

SISTEMAS Y MÉTODOS DE CONTROL DISTRIBUIDO PARA USO EN UN MÓDULO DE CULTIVO TIPO LÍNEA DE PRODUCCIÓN

REFERENCIAS

[001] La presente solicitud reivindica prioridad respecto de la Solicitud de Patente Estadounidense Precaucional Número 62/519,419, presentada en Junio 14, 2017 y titulada, “SISTEMAS Y MÉTODOS PARA PROVEER UNA INTERFAZ DE CONTROL MODULAR EN UN MÓDULO DE CULTIVO TIPO LÍNEA DE PRODUCCIÓN,” que se incorpora por completo a la presente como referencia. La presente solicitud además reivindica prioridad respecto de la Solicitud de Patente Precaucional Nro. 62/519,420, presentada en Junio 14, 2017 y titulada, “SISTEMAS Y MÉTODOS PARA PROVEER HARDWARE DE CONTROL DE CULTIVO PARA UNA INTERFAZ DE CONTROL MODULAR EN UN MÓDULO DE CULTIVO TIPO LÍNEA DE PRODUCCIÓN”; Solicitud de Patente Precaucional Estadounidense Nro. 62/519,421, presentada en Junio 14, 2017 y titulada, “SISTEMAS Y MÉTODOS PARA PROVEER UN HARDWARE DE CONTROL DE DOSIFICACIÓN PARA UNA INTERFAZ DE CONTROL MODULAR EN UN MÓDULO DE CULTIVO TIPO LÍNEA DE PRODUCCIÓN”; Solicitud de Patente Precaucional Nro. 62/519,425, presentada en Junio 14, 2017 y titulada, “SISTEMAS Y MÉTODOS PARA PROVEER UN HARDWARE DE CONTROL DE VÁLVULAS PARA UNA INTERFAZ DE CONTROL MODULAR EN UN MÓDULO DE CULTIVO TIPO LÍNEA DE PRODUCCIÓN”; y la Solicitud de Patente Precaucional Nro. 62/519,428, presentada en Junio 14, 2017 y titulada, “SISTEMAS Y MÉTODOS PARA PROVEER UN HARDWARE DE CONTROL DE BOMBAS PARA UNA INTERFAZ DE CONTROL MODULAR EN UN MÓDULO DE CULTIVO TIPO LÍNEA DE PRODUCCIÓN”; y la Solicitud de Patente Estadounidense Nro. 15/991,198 presentada en Mayo 29, 2018 y titulada, “SISTEMAS Y MÉTODOS DE CONTROL DISTRIBUIDO PARA USO EN UN MÓDULO DE CULTIVO TIPO LÍNEA DE PRODUCCIÓN”, las cuales se incorporan por completo a la presente como referencia.

CAMPO TÉCNICO

[002] Las realizaciones descritas en la presente en general se refieren a sistemas y métodos de control distribuido para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción y, más específicamente, a sistemas y métodos de control distribuido para proveer un controlador maestro y una pluralidad de módulos de control configurados para realizar funciones distribuidas para controlar las operaciones de varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción para operar de manera eficiente y sin problemas el módulo de cultivo tipo línea de producción.

ANTECEDENTES

[003] Si bien las tecnologías de cultivo han avanzado a lo largo de los años, todavía hay muchos problemas en la industria agrícola en la actualidad. Como ejemplo, si bien los avances tecnológicos han aumentado la eficiencia y la producción de varios cultivos, muchos factores pueden afectar una cosecha, como el clima, enfermedades, infestación y similares. Además, a pesar que Estados Unidos cuenta actualmente con tierras de cultivo adecuadas para proporcionar alimentos de manera apropiada a su población, es posible que otros países y poblaciones futuras no tengan suficientes tierras de cultivo para proporcionar la cantidad adecuada de alimentos.

[004] Un sistema de módulos de cultivo de plantas organizado facilita una solución de crecimiento rápido, de huella pequeña, libre de químicos y de bajo costo de mano de obra para cultivar microverdes y otras plantas. El sistema de módulos de cultivo de plantas organizado puede proporcionar condiciones ambientales controladas y óptimas (por ejemplo, sincronización y longitud de onda de luz, presión, temperatura, riego, nutrientes, atmósfera molecular y/u otras variables) con el fin de maximizar el crecimiento y el rendimiento de la planta. En la módulo de cultivo de plantas organizado, es importante monitorear y controlar los patrones de crecimiento y el estado de crecimiento de las plantas o semillas a fin de proporcionar una atención individual y personalizada para cada planta o semilla y tomar las medidas adecuadas para las plantas o semillas que experimenten problemas de crecimiento.

[005] El módulo de cultivo de plantas organizado simultáneamente admite una gran cantidad de plantas y semillas diversas que requieren condiciones ambientales

diversas y diferentes, tales como riego, iluminación, alimentación de nutrientes, presión de aire, humedad, temperatura, atmósfera, nivel de oxígeno, niveles de CO₂, etc. Una vez que las plantas y las semillas entran en la módulo de cultivo de plantas organizado, el control continuo y el provisión de las condiciones ambientales pueden ser necesarios hasta la cosecha de las plantas. Tal control y provisión de las condiciones ambientales se han automatizado con el uso de sistemas informáticos.

[006] Los sistemas informáticos controlan las operaciones de varios componentes de la módulo de cultivo de plantas organizado. Los sistemas informáticos para su uso con la módulo de cultivo de plantas organizado puede necesitar determinar condiciones ambientales personalizadas y controlar varios componentes para proporcionar condiciones ambientales oportunas y precisas. Por ejemplo, puede haber varias plantas diferentes que requieren diferentes cantidades y frecuencia de riego y alimentación de nutrientes junto con diferentes ciclos de crecimiento y requisitos de iluminación. Abordar cada necesidad diferente según la población de las diferentes plantas y controlar eficazmente los componentes relevantes tiende a requerir un gran recurso de procesamiento y carga de procesamiento. Al realizar las numerosas y continuas tareas, los sistemas informáticos pueden experimentar una gran carga de procesamiento. Además, incluso un corto tiempo de inactividad de los sistemas informáticos puede afectar significativamente las condiciones de crecimiento de varias plantas y semillas, y el mantenimiento y las operaciones de toda la maceta de crecimiento de planta organizada también pueden verse afectadas desfavorablemente. Por ejemplo, cuando un sistema operativo de los sistemas informáticos debe actualizarse y requerir el reinicio completo de los sistemas informáticos, dicho reinicio o reinicialización de los sistemas informáticos puede no ser aceptable para el ambiente de la módulo de cultivo de plantas organizado.

[007] Además, el ambiente de la módulo de cultivo de plantas organizado puede variar significativamente. Por ejemplo, la módulo de cultivo de plantas organizado puede tener algunas bandejas que sostienen las plantas, o una gran cantidad de bandejas que sostienen las plantas. La módulo de cultivo de plantas organizado puede incluir diversos activos tales como robots de riego, dispositivos de iluminación de diodos emisores de luz (LED), bombas de agua, válvulas, líneas de agua, carros,

tanques de fluido, etc. Una instalación pequeña puede no utilizar todos los activos disponibles, mientras que una grande requiere la utilización de más equipamiento. Si la módulo de cultivo de plantas organizado puede automatizarse con los sistemas informáticos diseñados y configurados para operar un módulo de cultivo pequeño, es difícil utilizar dichos sistemas informáticos para un módulo de cultivo que tenga una escala mayor. Es posible que algunos de los activos no se utilicen aunque estén disponibles. Del mismo modo, los sistemas informáticos configurados para operar un módulo de cultivo grande no pueden mantener efectiva y eficientemente un módulo de cultivo pequeño. Además, mientras el módulo de cultivo organizado esté funcionando, algunos de los activos pueden estar fuera de servicio y requerir su reparación o reemplazo completo. Rediseñar y reconfigurar los sistemas automatizados para adaptarlos a los distintos módulos de crecimiento de planta organizados y el cambio en operación de los activos puede resultar en un desperdicio no deseado de recursos e ineficiencia.

[008] En consecuencia, se necesita proveer un un sistema de control para usar en un módulo de cultivo de plantas organizado que pueda distribuir funciones de control para facilitar el uso más eficiente de los activos disponibles en el módulo de cultivo de plantas organizado y la distribución de la carga de procesamiento desde un controlador principal según sea necesario. Además, es necesario proveer sistemas de control confiables y compatibles que puedan facilitar la reparación, reprogramación, redespliegue y la expansión de los sistemas de control según sea necesario sin interrumpir las operaciones del módulo de cultivo de plantas organizado.

Resumen de la Invención

[009] Se describen sistemas y métodos para proporcionar un sistema de control distribuido. En una realización, un sistema de control distribuido para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción Incluye un centro de control, un controlador maestro, y un dispositivo controlador de hardware. El centro de control incluye una pluralidad de bahías de forma y tamaño como para colocar uno o más dispositivos controladores de hardware separados. Cada bahía está equipada con una interfaz de red para conectar. El controlador maestro reside en el centro de control e incluye un primer procesador y una primera memoria. La primera memoria

almacena un primer conjunto de instrucciones que dicta las operaciones de cultivo y un segundo conjunto de instrucciones que dicta una pluralidad de funciones de control distribuido. El dispositivo controlador de hardware está conectado y puede desconectarse del controlador maestro mediante la interfaz de red para conectar al colocarse en una bahía del centro de control. El dispositivo controlador de hardware incluye un segundo procesador y una segunda memoria para almacenar un tercer conjunto de instrucciones que dictan una función de control seleccionada de la pluralidad de funciones de control distribuido. Al conectarse en la interfaz de red para conectar, el controlador maestro identifica una dirección del dispositivo controlador de hardware y envía un conjunto de parámetros que definen una pluralidad de tareas relacionadas con la función de control seleccionada para el dispositivo controlador de hardware.

[0010] En otra realización, un sistema de control distribuido para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción incluye un controlador maestro, un primer dispositivo controlador de hardware, un segundo dispositivo controlador de hardware, y una interfaz de red del tipo enchufar, conectar y usar. El controlador maestro incluye un primer procesador y una primera memoria para almacenar un primer conjunto de comandos que dicta las operaciones de cultivo. El primer dispositivo controlador de hardware incluye un segundo procesador y una segunda memoria para almacenar un segundo conjunto de comandos que controla las operaciones de un primer componente. El segundo dispositivo controlador de hardware incluye un tercer procesador y una tercera memoria para almacenar un tercer conjunto de comandos que controla las operaciones de un segundo componente. El primer componente y el segundo componente ejecutan las operaciones que son parte de las operaciones de cultivo dictadas por el primer conjunto de comandos. La interfaz de red del tipo enchufar, conectar y usar está adaptada para conectarse y desconectarse del controlador maestro con el primer dispositivo controlador de hardware y el segundo dispositivo controlador de hardware usando un protocolo de comunicación común.

[0011] En aún otra realización, un método de provisión de un sistema de control distribuido para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción incluye los pasos de (i) disponer un centro de control que comprende una pluralidad de bahías

de forma y tamaño como para colocar uno o más dispositivos controladores de hardware separados, cada bahía está equipada con una interfaz de red para conectar; (ii) disponer un controlador maestro que resida en el centro de control, en tanto el controlador maestro comprende un primer procesador y una primera memoria para almacenar un primer conjunto de instrucciones que dicta las operaciones de cultivo y un segundo conjunto de instrucciones que dicta una pluralidad de funciones de control distribuido; (iii) conectar un dispositivo controlador de hardware con el controlador maestro enchufando el dispositivo controlador de hardware en la interfaz de red para conectar de una bahía; (iv) identificar, con el controlador maestro, una dirección del dispositivo controlador de hardware; (v) enviar, desde el controlador maestro al dispositivo controlador de hardware, un conjunto de parámetros que definen una pluralidad de tareas con relación a la función de control seleccionada; y (vi) controlar, con el dispositivo controlador de hardware, las operaciones de uno o más componentes que operan en un módulo de cultivo tipo línea de producción para ejecutar la pluralidad de tareas. El dispositivo controlador de hardware incluye un segundo procesador y una segunda memoria para almacenar un tercer conjunto de instrucciones que dictan una función de control seleccionada de la pluralidad de funciones de control distribuido.

[0012] Estas y otras características adicionales provistas por las realizaciones de la presente invención serán mejor comprendidas a la luz de la siguiente descripción detallada, en conjunto con los dibujos..

Breve Descripción de los Dibujos

[0013] Las realizaciones indicadas en los dibujos son meramente ilustrativas y no pretenden limitar el invento La siguiente descripción detallada de los ejemplos de realizaciones podrá ser comprendida al considerarla en conjunto con los siguientes dibujos, donde las estructuras similares se indican con las mismas referencias numéricas, y en los cuales:

[0014] La Figura 1 ilustra un ejemplo de módulo de cultivo tipo línea de producción de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas;

[0015] La Figura 2 ilustra un módulo de cultivo tipo línea de producción sin las pistas

de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas;

[0016] La Figura 3 ilustra la cara posterior del módulo de cultivo tipo línea de producción de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas;

[0017] La Figura 4 representa un diagrama de bloques de un sistema de control distribuido para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción, de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas;

[0018] La Figura 5 ilustra los ejemplos de operaciones de un controlador maestro de un sistema de control distribuido para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción, de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas;

[0019] La Figura 6A ilustra un ejemplo de interfaz modular de un sistema de control distribuido de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas;

[0020] La Figura 6B ilustra otro ejemplo de interfaz modular de un sistema de control distribuido de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas;

[0021] La Figura 6C ilustra otro ejemplo de interfaz modular de un sistema de control distribuido para recibir un controlador de hardware de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas;

[0022] La Figura 7A representa una vista en perspectiva de un controlador de hardware de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas;

[0023] La Figura 7B ilustra una configuración interna del controlador de hardware conforme lo ilustrado en la Figura 7A;

[0024] La Figura 8 ilustra un ejemplo de tanque de retención de fluido para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas;

[0025] La Figura 9 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo de método de provisión de un sistema de control distribuido de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas.

[0026] La Figura 10 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo de método de provisión de un controlador de dosificación de acuerdo a una o más realizaciones ilustradas y descritas.

Descripción Detallada

[0027] Las realizaciones reveladas en la presente incluyen sistemas y métodos para proveer un sistema de control distribuido para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción. Un controlador maestro como un controlador principal controla las operaciones de varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción. El controlador maestro opera con una pluralidad de módulos de control que cumplen con funciones específicas distribuidas. Los módulos de control incluyen controladores de hardware preparados para controlar los varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción. Con el fin de facilitar la comunicación y el control de la pluralidad de módulos de control, el controlador maestro puede proveer una interfaz de control modular como una interfaz de red del tipo enchufar, conectar y usar.

[001] El sistema de control distribuido está configurado y estructurado para alojar los activos disponibles y operar en el módulo de cultivo tipo línea de producción. En algunas realizaciones, los activos pueden incluir plantas, carros, distintos componentes de hardware, tales como válvulas, bombas, tanques de fluido, robots de riego, líneas de agua, conductos de aire, dispositivos de iluminación LED (diodo emisor de luz), pistas, bandejas, etc. El sistema de control distribuido identifica los activos disponibles en el módulo de cultivo tipo línea de producción Y determina cómo distribuir las funciones de control entre el controlador maestro y los módulos de control separados para optimizar la utilización de los activos. El sistema de control distribuido además toma en consideración la eficiencia, confiabilidad y sostenibilidad de operación del módulo de cultivo tipo línea de producción en la implementación de la distribución de las funciones de control con los dispositivos de control separados.

[002] Algunas realizaciones se configuran con una línea de producción de plantas que sigue una pista que circunda un primer eje en una dirección verticalmente ascendente y un segundo eje en una dirección verticalmente descendente. Estas realizaciones pueden utilizar componentes LED (diodo emisor de luz) para simular una pluralidad de longitudes de onda de luz distintas para que las plantas crezcan. Las realizaciones además pueden estar configuradas para sembrar individualmente

una o más secciones de una bandeja en un carro, así como proporcionar agua y nutrientes personalizados a las celdas individuales que contienen esas semillas. El control de estos diversos componentes se puede completar en un dispositivo central que está conectado, a través de una interfaz de control modular, con una pluralidad de módulos de control intercambiables en funcionamiento, según se describirá con mayor detalle a continuación.

[003] Con referencia a los dibujos, la Figura 1 ilustra un módulo de cultivo tipo línea de producción 100, de acuerdo a las realizaciones descritas en la presente. Según lo ilustrado, el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 puede incluir una pista 102 que aloja uno o más carros 104, cada uno de los cuales 104 soporta una o más bandejas 105. La pista 102 puede incluir una porción ascendente 102a, una porción descendente 102b, y una porción de conexión 102c. La pista 102 puede circundar (en sentido antihorario en la Figura 1, aunque el sentido horario u otras configuraciones también se contemplan) un primer eje de manera tal que los carros 104 asciendan en una dirección vertical. La porción de conexión 102c puede estar relativamente nivelada (aunque esto no es un requisito) y se utiliza para transferir carros 104 a la porción descendente 102b. La porción descendente 102b puede circundar un segundo eje (nuevamente en sentido antihorario en la Figura 1) que es sustancialmente paralelo al primer eje, de manera tal que los carros 104 puedan ser devueltos más cerca del nivel del suelo.

[004] A pesar de no ilustrarse explícitamente en la Figura 1, el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 además puede incluir una pluralidad de dispositivos de iluminación, como diodos emisores de luz (LEDs). Los dispositivos de iluminación pueden disponerse sobre la pista 102 opuesta a los carros 104, de manera tal que los dispositivos de iluminación dirijan las ondas de luz a los carros 104 sobre la porción de la pista 102 directamente debajo. En algunas realizaciones, los dispositivos de iluminación están configurados para crear una pluralidad de colores y/u longitudes de onda de luz diferentes, de acuerdo a la aplicación, tipo de planta cultivada, y/u otros factores. Mientras que en algunas realizaciones, se usan LEDs a tal fin, esto no es un requisito. Cualquier dispositivo de iluminación que genere poco calor y provea la funcionalidad deseada puede ser utilizado.

[005] Además se ilustra en la Figura 1 un controlador maestro 106. El controlador

maestro 106 puede incluir un dispositivo informático y varios módulos de control para controlar varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 como un módulo de control de distribución de agua, un módulo de control de distribución de nutrientes, un módulo de control de cultivo, un módulo de control de válvulas, un módulo de control de bombas, y/o similares. En algunas realizaciones, los módulos de control incluyen controladores de hardware separados. Por ejemplo, los módulos de control para controlar un módulo de control de distribución de agua, un módulo de control de distribución de nutrientes, un módulo de control de distribución de aire, etc. pueden incluirse como parte del controlador maestro 106 que puede proveer una interfaz de control modular. La interfaz de control modular del controlador maestro 106 permite la extracción, reemplazo, actualización y expansión de cada módulo de control sin cambiar o afectar las operaciones de los demás módulos de control, o apagar el controlador maestro 106 o los demás componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción 100. El controlador maestro 106 puede disponerse como la interfaz de control modular que contiene una pluralidad de módulos de control intercambiables en funcionamiento.

[006] En algunas realizaciones, el controlador maestro 106 puede almacenar una receta maestra para plantas que puede dictar la sincronización y longitud de onda de luz, presión, temperatura, riego, nutrientes, atmósfera molecular, y/u otras variables que optimizan el crecimiento de las plantas y el rendimiento como la velocidad de los carros, el tiempo de permanencia en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100, etc. Por ejemplo, la receta maestra dicta los requerimientos de iluminación al tercer día de una planta particular en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100, distintos requerimientos de iluminación al cuarto día de la planta, etc. Como otro ejemplo, la receta maestra dicta las necesidades de riego, aporte de nutrientes, etc. dirigidas a las plantas transportadas en los carros en ubicaciones particulares para un día específico contado desde el día en que las plantas se introducen en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. La receta maestra es específica, extensiva y personalizada para cubrir las plantas soportadas por el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. A modo de ejemplo solamente, la receta puede tener instrucciones para asistir 1500 carros que operan simultáneamente en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 y transportan

una población de plantas distinta. En algunas realizaciones, el controlador maestro 106 puede almacenar recetas específicas tales como una receta de riego, una receta de nutrientes, una receta de dosificación, una receta de ondas, una receta de temperatura, una receta de presión, etc.

[007] En algunas realizaciones, la receta maestra puede adoptar cualquier forma de un conjunto estructurado de datos, una base de datos, etc. de manera tal que los datos se organicen en filas, columnas y tablas. Además, o alternativamente, la receta maestra puede estructurarse para facilitar el almacenamiento, recuperación, modificación, adición y eliminación de datos a través de operaciones de procesamiento de datos.

[008] En algunas realizaciones, el controlador maestro 106 lee la información de la receta maestra y ajusta la información en base a las ubicaciones conocidas de las plantas en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Por ejemplo, el controlador maestro 106 puede identificar la ubicación de las plantas en base a un identificador de carro que es indicativa de la etapa de crecimiento de las plantas en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Una vez que las plantas ingresan en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100, las plantas se desplazan a lo largo de las pistas en espiral desde la cara ascendente a la cara descendente hasta que las plantas alcanzan la etapa de cosecha. En algunas realizaciones, la ubicación de los carros que transportan las plantas puede indicar la etapa de crecimiento de las plantas en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Luego, el controlador maestro 106 puede aplicar la receta maestra relevante a la etapa de las plantas, como los requerimientos de iluminación, riego, presión y/u ondas, específicos para las plantas que crecen en el cuarto día en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. En otras realizaciones, se dispone de diferentes aplicaciones de la receta maestra al módulo de cultivo tipo línea de producción 100.

[009] El controlador maestro 106 procesa la receta maestra y controla varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Para reducir la carga de procesamiento, por ejemplo, procesando la receta maestra y todos los eventos relacionados para manejar una gran cantidad de carros que operan simultáneamente transportando una población diversa de plantas, el controlador maestro 106 puede distribuir funciones diferentes y específicas a los varios módulos

de control, como un controlador de robot, un controlador de luz, un controlador de ambiente, un controlador de dosificación, un controlador de bomba, etc. Estos módulos de control transportan en forma autónoma, completan la o las tareas y reportan al controlador maestro 106. En algunas realizaciones, los módulos de control se pueden configurar como módulos de hardware con su propio conjunto de instrucciones (propietario por ejemplo) para mejorar la estabilidad y evitar actualizaciones y reinicializaciones/reinicios. En otras realizaciones, son posibles otras configuraciones de los módulos de control disponibles en la técnica relevante.

[0010] En una realización, el controlador maestro 106 puede trabajar con un módulo de control de válvulas (no se ilustra) que provee señales de control a una o más válvulas 108 y/o recibe señales de estado de las válvulas 108. En base a estas señales, el módulo de control de válvulas puede efectivamente dirigir las válvulas 108 para controlar el flujo de fluido a cualquiera de los puntos dentro del módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Por ejemplo, algunas de las válvulas 108 puede conectarse a una o más líneas de agua 110 y dirigir el agua y/o los nutrientes por las líneas de agua 110 abriendo o cerrando en consecuencia. Una vez completadas las tareas, el módulo de control de válvulas envía una notificación al controlador maestro 106 que a su vez actualiza la información relevante y el estado.

[0011] En otra realización, el controlador maestro 106 puede trabajar con un módulo de control de bombas (no se ilustra) que provee señales de control a una o más bombas 109 y/o recibe señales de estado de las bombas 109. En base a estas señales de control, el módulo de control de bombas puede efectivamente dirigir las bombas 109 para bombear el fluido a cualquiera de los puntos dentro del módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Una vez completadas las tareas, el módulo de control de bombas envía una notificación al controlador maestro 106 que a su vez actualiza la información relevante y el estado.

[0012] Las líneas de agua 110 pueden, en conjunto con las válvulas 108 y/o las bombas 109, distribuir agua y/o nutrientes a una o más bandejas 105 en ciertas áreas del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 cuando el agua y/o nutrientes son bombeados por las bombas 109. En algunas realizaciones, las válvulas 108 también puede estar en comunicación de fluidos con los colectores de distribución de fluidos que distribuyen el agua y/o nutrientes mediante las líneas de

agua 110 de manera tal que la cantidad de fluido que ingresa a los colectores de distribución de fluidos se controle abriendo o cerrando la válvula 108 y en consecuencia la presión del fluido dentro de los colectores de distribución de fluidos. En algunas realizaciones, las semillas pueden rociarse para reducir la flotabilidad y luego se inundan. Además, el uso y consumo de agua pueden controlarse, de modo que, en las estaciones de riego posteriores, estos datos puedan utilizarse para determinar la cantidad de agua que se aplicará a una semilla en ese momento, y el control del agua puede completarse al menos parcialmente mediante una o más válvulas

[0013] Debe entenderse que a pesar que la realización de la Figura 1 ilustra un módulo de cultivo tipo línea de producción 100 que circunda una pluralidad de ejes, esto es meramente un ejemplo. Las realizaciones de la presente invención usan dos estructuras en torre del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 aunque la presente invención no se limita a ello. En otras realizaciones, se usan cuatro estructuras en torre del módulo de cultivo. Se puede utilizar cualquier configuración de módulo de cultivo tipo línea de producción o estacionario para llevar a la práctica la funcionalidad aquí descripta.

[0014] En algunas realizaciones, varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 pueden incluir sensores que detectan información relacionada con las plantas, semillas, o ambas con respecto a su estado de crecimiento, su ubicación, contaminación, cualquier otro factor que afecte el módulo de cultivo tipo línea de producción 100, o sus componentes. Por ejemplo, se pueden proporcionar sensores de peso para detectar el peso de las plantas, el peso de la carga de los carros, etc. Los sensores de peso pueden colocarse en los carros, pistas o en cualquier lugar adecuado para detectar el peso de las plantas. Por ejemplo, los sensores de peso pueden disponerse en los carros para detectar el peso de las plantas. Como otro ejemplo, los sensores de peso pueden estar ubicados en las pistas. La información del peso detectada por los sensores de peso dispuestos en las pistas puede proporcionarse al controlador maestro 106. El controlador maestro 106 resta el peso de los carros de la información de peso y determina el peso de las plantas. En algunas realizaciones, el peso de las plantas se puede usar para determinar un estado de equilibrio del módulo de cultivo tipo línea

de producción. En otras realizaciones, el peso de las plantas puede utilizarse para otros fines, como determinar el estado de crecimiento de las plantas, rastrear la ubicación de semillas o plantas en una bandeja, determinar la ubicación de los carros, etc.

[0015] En otras realizaciones, el controlador maestro 106 puede estimar el peso de las plantas. Cuando un carro específico 104 ingresa en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100, el peso del carro en particular 104 que transporta una bandeja con semillas en el punto de entrada puede estimarse en base al peso conocido del carro 104 y el peso conocido de la bandeja, así como la cantidad de semillas conocida por el sistema. El controlador maestro 106 contiene la receta maestra que dicta la cantidad de fluido a suministrar a las semillas y plantas. Así, la cantidad de fluido suministrada a las semillas y plantas puede ser conocida. Basado en el conjunto de información conocida, el controlador maestro 106 puede medir un peso del carro 104 en el punto de cosecha. Por ejemplo, el carro 104 puede permanecer en una estación de captura antes de la cosecha. Esta información permite al controlador maestro 106 estimar el peso de las plantas.

[0016] La Figura 2 ilustra el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 que posee una pluralidad de tanques de retención de fluido 206 sin mostrar las pistas en espiral. Los tanques de retención de fluido 206 incluyen una porción de agua reciclada 206a, una porción de agua gris 206b, una porción de agua nutriente 206c y una porción de agua tratada 206d. Por ejemplo, si el componente desinfectante 120 requiere agua para lavar el carro 104 y/o la bandeja 105, una porción de agua tratada 206d de los tanques de retención de fluido 206 proporciona agua al componente desinfectante 120 mediante las válvulas 108 que puede controlar el movimiento del fluido. El agua gris contenida en la porción de agua gris 206b también se limpia y recicla. Los tanques de retención de fluido 206 reciclan constantemente agua para mantener el agua bien mezclada con nutrientes e inyectar agua con oxígeno.

[0017] La Figura 3 ilustra una realización de una cara posterior del módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Acoplado al controlador maestro 106 se encuentra un componente sembrador 108, de acuerdo a lo ilustrado en las Figuras 2 y 3. El componente sembrador 108 se puede configurar para proporcionar semillas a una o

más bandejas 105 soportadas por cada carro 104 a medida que los carros 104 pasan por el componente sembrador 108 en la línea de producción, conforme lo ilustrado en la Figura 3. Dependiendo de la realización en particular, cada carro 104 puede incluir una bandeja de una sola sección para recibir una pluralidad de semillas. Algunas realizaciones pueden incluir una bandeja de secciones múltiples para recibir semillas individuales en cada sección (o celda). En algunas realizaciones, las semillas pueden pretratarse con nutrientes y/o agentes anti-flotabilidad (tales como agua) ya que estas realizaciones pueden no utilizar tierra para cultivar las semillas y así podrían necesitar sumergirse.

[0018] El componente de riego puede estar conectado a una o más líneas de agua 110, que distribuyen agua y/o nutrientes a una o más bandejas 105 en áreas predeterminadas del módulo de cultivo tipo línea de producción 100. En algunas realizaciones, las semillas pueden rociarse para reducir la flotabilidad y luego se inundan. Además, el uso y consumo pueden ser monitoreados, de manera tal que en las estaciones de riego posteriores, estos datos puedan utilizarse para determinar la cantidad de agua que se aplicará a una semilla en ese momento.

[0019] Además se ilustra en la Figura 1 una serie de líneas de flujo de aire 112. Específicamente, el controlador maestro 106 puede incluir y/o estar conectado a uno o más componentes que liberan un flujo de aire para el control de temperatura, presión, control de dióxido de carbono, control de oxígeno, control de nitrógeno, etc. En consecuencia, las líneas de flujo de aire 112 pueden distribuir el flujo de aire en áreas predeterminadas en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100.

[0020] Debe entenderse que a pesar que la realización de la Figura 1 ilustra un módulo de cultivo tipo línea de producción 100 que circunda una pluralidad de ejes, esto es meramente un ejemplo. Las Figuras 1 y 2 ilustran una estructura de dos torres del módulo de cultivo tipo línea de producción 100, pero en otras realizaciones, se dispone de una estructura de cuatro torres. Además, se puede utilizar cualquier configuración de módulo de cultivo tipo línea de producción o estacionario para llevar a la práctica la funcionalidad aquí descripta.

[0021] Las Figuras 2 y 3 ilustran una pluralidad de componentes para un módulo de cultivo tipo línea de producción 100, de acuerdo a las realizaciones descriptas en la presente. Según lo ilustrado en las Figuras 2 y 3, se ilustra el componente

sembrador 108, así como un dispositivo de iluminación 206, un componente cosechador 208, y un componente desinfectante 210. Según se ha descrito, el componente sembrador 108 se puede configurar para sembrar las bandejas 105 de los carros 104. Los dispositivos de iluminación 206 pueden proporcionar ondas de luz que pueden facilitar el crecimiento de la planta. De acuerdo a la realización específica, los dispositivos de iluminación 206 pueden ser estacionarios y/o movibles. Por ejemplo, algunas realizaciones pueden alterar la posición de los dispositivos de iluminación 206, en base al tipo de planta, etapa de desarrollo, receta, y/u otros factores.

[0022] Adicionalmente, a medida que las plantas son iluminadas, regadas y provistas de nutrientes, los carros 104 atravesarán la pista 102 del módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Adicionalmente, el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 puede detectar el crecimiento y/o producción de fruta de una planta y cuando la cosecha está garantizada. Si la cosecha se garantiza antes que el carro 104 llegue al cosechador, se pueden hacer modificaciones a la receta maestra para el crecimiento de la planta para ese carro 104 particular hasta que el carro 104 llegue al cosechador. En algunas realizaciones, la receta para el crecimiento de la planta puede dictar la sincronización y longitud de onda de luz, presión, temperatura, riego, nutrientes, atmósfera molecular, y/u otras variables que optimizan el crecimiento y rendimiento de la planta. Por el contrario, si un carro 104 alcanza al cosechador y se ha determinado que las plantas en ese carro 104 no están listas para la cosecha, el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 puede mandar al carro 104 a dar otra vuelta. Esta vuelta adicional puede incluir una dosificación distinta de luz, agua, nutrientes, etc. y la velocidad del carro 104 podría cambiar, en base al desarrollo de las plantas en el carro 104. Si se determina que las plantas en un carro 104 están listas para la cosecha el componente cosechador 208 puede facilitar este proceso de cosecha.

[0023] En algunas realizaciones, el componente cosechador 208 puede cortar las plantas a una altura predeterminada para la cosecha. En algunas realizaciones, la bandeja puede volcarse para retirar las plantas de la bandeja y colocarlas en un recipiente de procesamiento para proceder a picar, macerar, hacer jugo, etc. Dado que muchas realizaciones del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 no

usan suelo, será necesario lavar poco (o nada) las plantas antes del procesamiento.

[0024] De forma similar, algunas realizaciones pueden configurarse para separar automáticamente la fruta de la planta, como mediante agitación, peinado, etc. Si el material restante de la planta puede reutilizarse para producir más fruta, el carro 104 puede conservar la planta restante y volver a la porción de cultivo de la línea de producción. Si el material de la planta no se va a reutilizar para producir más fruta, se puede descartar o procesar, según corresponda.

[0025] Una vez que el carro 104 y la bandeja están limpios de material vegetal, el componente desinfectante 210 se puede implementar para eliminar cualquier material particulado, vegetal, etc. que pueda permanecer en el carro 104. Como tal, el componente desinfectante 210 puede implementar cualquiera de una pluralidad de diferentes mecanismos de lavado, tales como agua a alta presión, agua a alta temperatura, y/u otras soluciones para limpiar el carro 104 y/o la bandeja. En algunas realizaciones, la bandeja puede volcarse para expulsar la planta para su procesamiento y la bandeja puede permanecer en esta posición. Como tal, el componente desinfectante 210 puede recibir la bandeja en esta posición, con lo cual puede lavar el carro 104 y/o la bandeja y devolver la bandeja a la posición de cultivo. Una vez que el carro 104 y/o bandeja están limpios, la bandeja puede nuevamente pasar al componente sembrador 108, lo cual determinará que la bandeja requiere siembra y comenzará el proceso de siembra.

[0026] En algunas realizaciones, cada uno de los varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 puede ser controlable por un módulo de control particular que está particularmente configurado para controlar las varias funciones de los componentes asociados. Por ejemplo, el componente desinfectante 210 que se ilustra en la Figura 2 puede incluir un módulo de control (no se ilustra) que está particularmente configurado para controlar las varias funciones del componente desinfectante 210. En otro ejemplo, el componente cosechador 208 puede incluir un módulo de control que está particularmente configurado para controlar las varias funciones del componente cosechador 208, conforme lo ilustrado en la Figura 2. Debe entenderse que un módulo de control también puede controlar una pluralidad de componentes o controlar solamente una porción de un componente.

[0027] La Figura 4 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de control

distribuido 400 para usar con el módulo de cultivo tipo línea de producción de acuerdo a varias realizaciones. En la Figura 4, el controlador maestro 106 y varios módulos de control como un controlador de robot 410, un controlador de carro y pista 420, un controlador de ambiente 430, un controlador de dosificación 440 (denominado controlador de nutrientes), y un controlador de luz 445 se incluyen en el sistema de control distribuido 400. Estos controladores son meramente ejemplificativos y el sistema de control distribuido no se limita a ello. De acuerdo a lo ilustrado en la Figura 4, cada controlador está asociado con los activos relevantes del módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Tales activos incluyen robots, válvulas, carros, bombas de agua, bombas de aire, líneas de agua, tanques de agua, líneas de aire, líneas de agua, dispositivos de iluminación, varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 como el desinfectante 210, la sembradora 108, la cosechadora 208 según se ha expuesto anteriormente en conexión con las Figuras 2 y 3. En algunas realizaciones, los activos además incluyen plantas y semillas que están en proceso de cultivo en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100.

[0028] El sistema de control distribuido 400 se implementa considerando el uso eficiente y óptimo de los activos. Por ejemplo, el controlador maestro 106 almacena una receta maestra 404 relevante para plantas llevadas por, por ejemplo, 1500 carros que operan simultáneamente en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Hay numerosas bombas, válvulas, robots de riego, etc. y varios componentes que requieren control. El sistema de control distribuido 400 se implementa para distribuir las funciones de control entre el controlador maestro 106 y varios módulos de control a la luz de estos activos. De acuerdo a lo ilustrado en la Figura 4, varios módulos de control pueden incluir el controlador de robot 410, el controlador de carro y pista 420, el controlador de ambiente 430, el controlador de dosificación 440 y el controlador de luz 445 en algunas realizaciones. El controlador de robot 410 está configurado para ejecutar funciones de control con relación a los robots 450. Los robots 450 pueden incluir robots de riego y efectuar el riego de las plantas en todo el espacio del módulo de cultivo tipo línea de producción 100. El controlador de carro y pista 420 está configurado para ejecutar funciones de control con relación a los carros 104 y pistas del módulo de cultivo tipo línea de producción 100. El

controlador de ambiente 430 está configurado para ejecutar funciones de control con relación a la temperatura, humedad relativa, flujo de aire y atmósfera (tasas de oxígeno y CO₂). El controlador de dosificación 440 está configurado para ejecutar funciones de control con relación a la dosificación como del riego, nutrientes, etc. El controlador de luz 445 está configurado para ejecutar el control de los sistemas de iluminación como los sistemas de iluminación LED, personalizando los espectros de luz en base a las necesidades de las plantas.

[0029] Las operaciones y funciones del controlador de robot 410, el controlador de carro y pista 420, el controlador de ambiente 430, el controlador de dosificación 440 y el controlador de luz 445 se describen adicionalmente a continuación. La operación del módulo de control de bombas se describe en la Solicitud de Patente Estadounidense Pendiente 15/965,163, presentada en Abril 27, 2018, y que reivindica prioridad respecto de la Solicitud de Patente Precaucional Nro. 62/519,428, presentada en Junio 14, 2017 y titulada, “DISPOSITIVOS, SISTEMAS Y MÉTODOS PARA PROPORCIONAR Y UTILIZAR UN MÓDULO DE CONTROL DE BOMBAS EN UN CONTROLADOR MAESTRO EN UN MÓDULO DE CULTIVO TIPO LÍNEA DE PRODUCCIÓN,” la cual se incorpora por completo a la presente como referencia.

[0030] En el sistema de control distribuido 400 conforme lo ilustrado en la Figura 4, el controlador maestro 106 delega y distribuye varias funciones a los otros módulos de control, como el controlador de robot 410, el controlador de carro y pista 420, el controlador de ambiente 430, el controlador de dosificación 440 y el controlador de luz 445 a la luz de los activos disponibles y que operan en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Estos controladores 410, 420, 430, 440 y 445 manejan las funciones de control de los componentes y activos relevantes. Una vez delegadas y distribuidas, las funciones de control manejadas por estos controladores 410, 420, 430, 440 y 445 son independientes del controlador maestro 106 y autónomas. Una vez completadas las tareas delegadas, los controladores 410, 420, 430, 440 y 445 informan la finalización de tareas al controlador maestro 106 y el registro y los datos relevantes se actualizan en el controlador maestro 106.

[0031] Los controladores 410, 420, 430, 440 y 445 se comunican con el controlador maestro 106. Por ejemplo, los controladores 410, 420, 430, 440 y 445 están

conectados al controlador maestro 106 mediante una conexión cableada. La conexión cableada puede incluir una red del tipo conectar, enchufar y usar 490 no requiere configuración de direccionamiento. El sistema de control distribuido 400 permite al controlador maestro 106 y los controladores 410, 420, 430, 440 y 445 conectarse a través de un protocolo de comunicación común. En algunas realizaciones, uno o más de los controladores 410, 420, 430, 440 y 445 pueden enchufarse y sustancialmente conectarse en forma simultánea con el controlador maestro 105. De forma similar, uno o más de los controladores 410, 420, 430, 440 y 445 pueden conectarse y desconectarse del controlador maestro 106. Una vez establecida la conexión cableada, el controlador maestro 106 puede identificar a cada controlador 410, 420, 430, 440 y 445 con sus direcciones únicas, por ejemplo, en base a localizador/es físico/s. En otras realizaciones, los controladores 410, 420, 430, 440 y 445 pueden conectarse por vía inalámbrica al controlador maestro 106.

[0032] En algunas realizaciones, el sistema de control distribuido 400 opera sobre una red propietaria. El canal de comunicación 490 puede ser la red propietaria. Por otra parte, en algunas realizaciones, los sistemas operativos del controlador maestro 106 están utilizando el lenguaje de programación patentado desarrollado por la Cesionaria de la presente solicitud, Grow Solutions Tech LLC. La naturaleza propietaria del sistema de control distribuido 400 puede ser útil para proporcionar una seguridad mejorada y un tiempo de inactividad sustancialmente cero del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 dado que el sistema de control distribuido 400 puede no estar sujeto a la reseteo, apagado y reinicio iniciado y promovido por software y sistemas operativos disponibles comercialmente. En otras palabras, operación y mantenimiento de la red 490, actualización, reconfiguración, reparación, reemplazo del controlador maestro 490 y otros controladores 410, 420, 430, 440 y 445 pueden ser programados y/o controlados completamente en base a la necesidad y requisitos del módulo de cultivo tipo línea de producción 100.

[0033] En algunas realizaciones, el sistema de control distribuido 400 puede ser implementado usando tecnología de computación de punta. El controlador maestro 106 y varios controladores 410, 420, 430, 440 y 445 puede residir fuera de los sistemas de computación centralizados disponibles en la nube. En cambio, el sistema de control distribuido 400 puede disponerse cerca de la fuente de datos, es

decir, dentro o adyacente al módulo de cultivo tipo línea de producción 100. En consecuencia, la recopilación de datos y la captura y análisis de tales datos pueden ocurrir en el lugar donde está presente la fuente de datos. Esta capacidad y características del sistema de control distribuido 400 puede ser valiosa y/o indispensable para el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. El módulo de cultivo tipo línea de producción 100 puede generar una gran cantidad de datos con numerosas variables y requiere respuestas rápidas, integradas y personalizadas en base a los patrones de crecimiento/resultados de crecimiento de las plantas. Las ventajas de implementar el sistema de control distribuido 400 con computación de punta pueden incluir reducción del tiempo de inactividad no planificado, mejora en el rendimiento de los activos, menor costo de mantenimiento, no es necesario transportar datos desde/hacia la nube, flexibilidad de configuración del sistema, etc. Tales ventajas pueden ser altamente relevantes y valiosas para la operación del módulo de cultivo tipo línea de producción 100.

[0034] En algunas realizaciones, el sistema de control distribuido 400 es un sistema propietario y utiliza sus propios sistemas operativos para operar el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. En otras realizaciones, el sistema de control distribuido 400 puede transportar datos a un sistema en la nube si es necesario y según sea requerido. A medida que el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 continúa operando, es posible que se acumule una gran cantidad de datos y que el almacenamiento en el sitio ya no sea la mejor opción. El sistema en la nube puede ser utilizado con fines de almacenamiento de datos u otros fines.

[0035] La Figura 5 ilustra un ejemplo de diagrama de bloques del controlador maestro 106. Según se ha expuesto anteriormente, el controlador maestro 106 almacena la receta maestra 404. En algunas realizaciones, la receta maestra está diseñada usando un lenguaje de programación propietario para una planta específica. Cada receta incluye los siguientes comandos: HVAC (TEMPERATURA, HUMEDAD, FLUJO DE AIRE), LUZ (ROJO, AZUL, CÁLIDA, FRÍA, UV), AGUA, CRONÓMETRO, DOSIFICADOR, CICLO, DESCANSO, SALIR, ALERTA, etc. Los comandos enumerados son ejemplos y los comandos para la receta maestra no están limitados a ellos. El comando HVAC cambia variables ambientales tales como temperatura, humedad, flujo de aire, etc. El comando LIGHT (LUZ) especifica que

las luces se enciendan. Por ejemplo, el comando LIGHT puede especificar el uso de diferentes luces, como luces rojas, azules, cálidas o frías. El comando agua (AGUA) se usa para controlar el riego. El comando agua especifica un tanque del que se debe extraer agua para realizar el riego. El comando agua además especifica el número de segundos que se encenderán los dispositivos de riego. La duración de la operación de los dispositivos de riego puede controlarse utilizando el comando TIMER (CRONÓMETRO). El comando DOSER (DOSIFICADOR) se usa para agregar nutrientes específicos en un tanque especificado por el comando WATER. El comando DOSER especifica la cantidad de nutrientes también. El comando CYCLE (CICLO) especifica un número determinado de bucles para los comandos designados. Por ejemplo, el comando CYCLE puede designar encender una luz roja durante 75 segundos doce veces. El comando BREAK (DESCANSO) detiene el ciclo de bucle y el comando EXIT (SALIR) detiene la ejecución. El comando ALERT (ALERTA) envía un mensaje para notificar a los operadores o usuarios predeterminados y no detiene o interrumpe el programa.

[0036] En algunas realizaciones, la receta maestra 404 está configurada para cubrir diferentes entornos de cultivo, como desde una pequeña bandeja individual hasta una gran cantidad de módulos de cultivo que abarcan miles de acres. Esto se debe a que la receta maestra 404 se puede configurar para definir cada receta para una planta específica según sea necesario. Una vez que se configuran las recetas, las recetas se pueden emular en una cámara de prueba personalizada para determinar si las recetas funcionan. Durante este proceso de emulación, se pueden realizar ajustes a las recetas y se repite el proceso de emulación hasta que se prueban las recetas para que funcionen. Una vez que las recetas se han completado, se exportan a un sistema operativo de gran tamaño. Los sistemas operativos de la plataforma son propietarios y no están sujetos a actualizaciones, modificaciones o reconfiguraciones externas. Los sistemas operativos del módulo corren un protocolo de comunicación común para facilitar las comunicaciones con otros controladores conforme lo ilustrado en la Figura 4.

[0037] Las Figuras 6A-6C ilustran ejemplos de configuraciones de un gabinete del sistema de control distribuido 400 de acuerdo a varias realizaciones. De acuerdo a lo ilustrado en la Figura 6A, el sistema de control distribuido 400 incluye el gabinete

que aloja el controlador maestro 106 y varios módulos de control. El gabinete facilita la conexión entre el controlador maestro 106 y varios módulos de control como una red del tipo enchufar, conectar y usar. El gabinete además facilita la colocación simple y conveniente y la extracción de los varios módulos de control.

[0038] El sistema de control distribuido 400 posee una interfaz de control modular que puede soportar una pluralidad de los módulos de control 510. Los módulos de control 510 pueden estar configurados para funcionar como el controlador de robot 410, el controlador de carro y pista 420, el controlador de ambiente 430, el controlador de dosificación 440 y el controlador de luz 445, conforme lo ilustrado en la Figura 4. Como tal, el gabinete del sistema de control distribuido 400 puede incluir una pluralidad de bahías 502 donde cada módulo de control 510 puede colocarse. Cada bahía 502 es en general una cavidad dentro del sistema de control distribuido 400 con el tamaño y forma para recibir cualquiera de los módulos de control 510. Además, cada bahía 502 puede tener una forma y tamaño similar a las otras bahías 502 del controlador maestro 106 de manera tal que cualquier módulo de control 510 se pueda insertar en cualquier bahía 502. Es decir en algunas realizaciones, ninguna bahía 502 está especialmente diseñada para aceptar solo cierto módulo de control 510.

[0039] Cada una de la pluralidad de bahías 502 puede además incluir un mecanismo de soporte 504. El mecanismo de soporte 504 puede ser un riel o similar que soporta el soporte 506 correspondiente en el módulo de control 510. Además, el mecanismo de soporte 504 también puede actuar como una guía para garantizar que el módulo de control 510 se inserte y disponga apropiadamente dentro de la bahía 502.

[0040] Con referencia a la Figura 6B, cada una de la pluralidad de bahías 502 puede además incluir un puerto I/O de bahía 610. El puerto I/O de bahía 506 puede corresponder al puerto I/O 808 (Figura 7A) sobre el módulo de control 510 de manera tal que el puerto I/O de bahía 506 y el puerto I/O 808 (Figura 7A) sobre el módulo de control 510 puedan acoplarse. Por otra parte, el puerto I/O de bahía 506 puede contener varios componentes de comunicación de modo que, cuando el puerto I/O de bahía 506 coincide con el puerto I/O 808 (Figura 7A) sobre el módulo de control 510, las comunicaciones entre el módulo de control 302 y los dispositivos

externos comunicados mediante el puerto I/O de bahía 506 puedan producirse. En algunas realizaciones, el módulo de control 510 puede estar conectado a un cable conectado al controlador maestro 106, por ejemplo, mediante un mecanismo de conexión enchufable y comenzar las comunicaciones con el controlador maestro 106. Cuando el cable está conectado al módulo de control 510, el controlador maestro 106 puede levantar la dirección del módulo de control 501 inmediatamente. De forma similar, cuando el módulo de control 510 puede desenchufarse de las bahías 502, por ejemplo, desconectando el cable, luego el módulo de control 510 puede desconectarse del controlador maestro 106.

[0041] Dado que cada una de las bahías 502 son similares en forma y tamaño y contienen los mismos componentes (es decir, mecanismos de soporte 504 y puertos I/O de bahía 506), cualquier módulo de control 510, independientemente de la funcionalidad, se puede colocar en cualquiera de las bahías 502 para operar. Ciertas bahías 502 pueden contener un módulo de control 510 que está funcionando para controlar una o más funciones del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 (Figura 1) mientras que las otras bahías 502 pueden permanecer vacantes y listas para aceptar un módulo de control 510, de acuerdo a lo ilustrado en la Figura 6B.

[0042] Además, el controlador maestro 106 está configurado de manera tal que permita que los módulos de control 510 puedan intercambiarse en funcionamiento. Es decir, cada módulo de control 510 puede insertarse en una bahía 502 del controlador maestro 106 en cualquier momento para funcionar. Además, la extracción de los módulos de control 510 de una bahía 502 no altera la funcionalidad de los otros módulos de control 510 insertados en otras bahías 502. Como tal, el usuario puede sacar un módulo de control particular 510 de una bahía 502 en cualquier momento sin alterar la funcionalidad de los restantes módulos de control instalados 510. Esto puede ser particularmente útil en situaciones donde puede ser necesario retirar un módulo de control 510 de una bahía 502 sin desactivar todo el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 (Figura 1) a tal fin. Debe entenderse que un módulo de control particular 510 puede ser extraído de una bahía 502 por distintas razones. Por ejemplo, un módulo de control 510 puede ser retirado de una bahía 502 para reparaciones, actualizaciones, para cambiar un módulo de control 510 por otro módulo de control 510 (es decir, un módulo de

control que provee una funcionalidad diferente), y/o similares. Además, las capacidades de reemplazo en funcionamiento de los módulos de control 510 permiten que muchos módulos de control distintos puedan adaptarse a ciertas especificaciones de acuerdo al uso específico del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 (Figura 1) o un componente del mismo de manera tal que la funcionalidad de cada módulo de cultivo tipo línea de producción 100 se pueda personalizar especialmente según las especificaciones deseadas.

[0043] En algunas realizaciones, el controlador maestro 106 puede además incluir conductos, ventiladores, y/o similares que se utilizan para enfriar los varios módulos de control 510 mientras están operando para evitar daños relacionados con el calor a los módulos de control 510. La energía térmica generada por los módulos de control 510 durante la operación se puede capturar y/o se usa para proporcionar aire caliente a varias porciones del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 (Figura 1), como en los casos en que ciertas semillas y/o plantas necesitan una atmósfera caliente para condiciones óptimas de crecimiento. La energía térmica también se puede convertir en energía eléctrica que se puede utilizar para alimentar a los varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 (Figura 1).

[0044] En algunas realizaciones, el controlador maestro 106 puede ser retirado del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 por alguna razón, como reparación, actualización, reemplazo, etc. De acuerdo a lo ilustrado en la Figura 4, varios controladores 410, 420, 430, 440 y 445 están configurados para ejecutar funciones de control distribuido y operación. la red de soporte y conexión del controlador maestro 106 y varios controladores 410, 420, 430, 440 y 445 puede ser una red del tipo conectar, enchufar y usar 490 que no requiere configuración de dirección y realiza autodiagnósticos y corrección de errores. Esta red 490 permite que muchos dispositivos de hardware diferentes se conecten a través de un protocolo de comunicación común. Aún si el controlador maestro 106 fuese removido, ello no puede afectar las funciones de control de los controladores 410, 420, 430, 440 y 445. Cuando el controlador maestro 106 es reconectado, los controladores 410, 420, 430, 440 y 445 pueden reportar las tareas completadas y actualizar el controlador maestro 106 con respecto a cada función de control delegada a los

controladores 410, 420, 430, 440 y 445. Este aspecto del sistema de control distribuido puede mejorar la flexibilidad y la confiabilidad del sistema de control distribuido 400.

[0045] Si bien las Figuras 6A-6C ilustran el sistema de control distribuido 400 que posee el gabinete equipado con cinco bahías dispuestas verticalmente 502 para recibir los módulos de control 510, esto es meramente ilustrativo. Es decir, debe entenderse que el gabinete del sistema de control distribuido 400 puede tener cualquier número de bahías 502 y disponerse en cualquier configuración sin apartarse del alcance de la presente invención.

[0046] Por ejemplo, de acuerdo a lo ilustrado en la Figura 6C, cada uno de los mecanismos de soporte 504 en cada bahía 502 acepta el soporte correspondiente 506 sobre el módulo de control 510 de manera tal que el módulo de control 510 se deslice en la bahía 502 en el posicionamiento correcto. Una vez que el módulo de control 510 se desliza en la bahía 502, puede conectarse a una red del tipo conectar, enchufar y usar como la red 490 en la Figura 4. Debe entenderse que la disposición y configuración particular del mecanismo de soportes 504 y los soportes 506 son meramente ilustrativos, y otros medios para asegurar que el módulo de control 510 esté apropiadamente ubicado dentro de la bahía 502 son posibles sin apartarse del alcance de la presente invención.

[0047] La Figura 7A ilustra un ejemplo de módulo de control 510 de acuerdo a varias realizaciones. El módulo de control y el controlador pueden usarse indistintamente en las realizaciones aquí descritas. El módulo de control 510 puede incluir un gabinete 804 conectado a un soporte 806. El soporte 806 puede soportar el gabinete 804 dentro de una unidad de controlador maestro, según se describe con mayor detalle en la presente. El módulo de control 510 puede además incluir un puerto I/O 808 dentro del gabinete 804. El puerto I/O 808 puede ser un puerto de comunicaciones o similar que contiene circuitos y componentes de acoplamiento mecánico que permiten que varios componentes dentro del módulo de control 510 se comuniquen con dispositivos externos al módulo de control 510, según se describe con mayor detalle en la presente. El módulo de control 510 es un ejemplo y la presente divulgación no se limita a ello. En otras realizaciones, diferentes formas y configuraciones de un módulo de control están disponibles.

[0048] Según que se ilustra en la Figura 7B, el módulo de control 510 se puede configurar como un módulo de control de hardware. Según se ha expuesto anteriormente en conexión con la Figura 4, el módulo de control 510 incluye un dispositivo informático y funciona de forma independiente. Esta configuración de hardware del módulo de control 510 puede proporcionar confiabilidad al módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Por ejemplo, el módulo de control 510 puede no estar sujeto a una actualización, interrupción forzada debido a la sustitución o actualización del software, etc. Como otro ejemplo, el módulo de control 510 puede no estar sujeto a la reinicialización forzada o al reinicio del sistema que puede afectar la operación del módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Según se ha expuesto anteriormente, la red 490 donde el módulo de control 510 se conecta y el protocolo de comunicación común está en uso, puede ser propietaria. El módulo de control 510 puede no estar sujeto a una actualización de software externa, a una interrupción externa o forzada de funcionamiento, etc.

[0049] Por otra parte, el módulo de control de hardware conforme lo ilustrado en la Figura 7A puede proveer un mecanismo simple y conveniente para la expansión, reemplazo, reparación y actualización. Por ejemplo, si el controlador de carro y pista 420 debe reemplazarse, cualquier módulo de control de hardware disponible en el módulo de línea de cultivo 100 puede usarse para configurarse como otro controlador de carro y pista 420. No hay necesidad de esperar a recibir equipos de un proveedor. Cualquier módulo de control de hardware puede ser programado para ejecutar funciones distribuidas, es decir, las funciones de control de carro y pista, reemplazando el controlador viejo 410, siendo conectado a la bahía 502 y al sistema de control distribuido 400 mediante la red del tipo conectar, enchufar y usar 490. Esta flexibilidad puede facilitar y garantizar el funcionamiento continuo y constante del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 lo cual puede ser indispensable para cultivar las plantas.

[0050] En algunas realizaciones, el sistema de control distribuido 400 puede considerar los activos disponibles en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 y hacer una determinación de la distribución y delegación de las funciones de control en base a los activos y/o la carga de procesamiento sobre el controlador maestro 106. Una vez realizada esta determinación, el o los módulos de control de

hardware pueden proveer la flexibilidad que facilita la programación de las funciones de control distribuidas y delegadas y la configuración como módulos de control para ejecutar las funciones de control distribuidas y delegadas. Esta configuración y programación no necesita considerar los requerimientos y compatibilidad con los programas disponibles y sistemas operativos disponibles en el mercado como Microsoft Windows®.

[0051] En algunas realizaciones, el módulo de control 510 puede estar configurado para ejecutar las operaciones y funciones de varios componentes que se usan en el módulo de cultivo tipo línea de producción. En una realización, de acuerdo a lo descrito en la Solicitud de Patente Estadounidense pendiente Nro. 15/926,771 y la Solicitud de Patente Precaucional Nro. 62/519,420, el módulo de control 510 puede implementarse como un módulo de control de cultivo. En otra realización adicional, de acuerdo a lo descrito en la Solicitud de Patente Estadounidense pendiente Nro. 15/965,163 y la Solicitud de Patente Precaucional Nro. 62/519,428, el módulo de control 510 puede implementarse como un módulo de control de bombas.

[0052] Según se ha expuesto en la Figura 4, el módulo de control 510 puede configurarse como el controlador de robot 410, el controlador de carro y pista 420, el controlador de ambiente 430, el controlador de dosificación 440 y el controlador de luz 445. El controlador de robot 410 puede controlar las operaciones de robots 450. Estos robots 450 pueden incluir robots de riego. El controlador de robot 410 controla las operaciones de los robots 450 en base a los parámetros recibidos del controlador maestro 106 mediante la conexión 415. El controlador de robot 410 en forma autónoma y es independiente del control del controlador maestro 106 dentro del alcance de las funciones de control delegadas por el controlador maestro 106. Por ejemplo, si uno o dos robots dejan de operar y deben ser reemplazados, el controlador de robot 410 puede tomar la decisión de reemplazar tales robots y asegurar que las operaciones del resto de los robots no sean afectadas.

[0053] La Figura 8 ilustra ejemplos de componentes con relación a la operación de los robots 450 controlados por el controlador de robot 450. Según se ha expuesto anteriormente, los robots 450 pueden incluir robots de riego. De acuerdo a lo ilustrado en la Figura 8, los robots 450 pueden estar conectados a un tanque de retención de fluido 880. El tanque 880 recicla el agua constantemente para

mantenerla bien mezclada con los nutrientes e inyecta agua con oxígeno, conforme lo ilustrado en la Figura 8. En alguna realización, un intercambio de frío conforme lo ilustrado en la Figura 8 mantiene el agua a 5 menos que la temperatura ambiente. Los robots 450 están conectados al tanque de retención de fluido 880 en orden a suministrar fluido. Por ejemplo, los robots de riego pueden regar más de 50,000 locaciones con tan solo .075 mililitros por locación en cualquier bandeja en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. En alguna realización, este riego se produce como una gota de agua en lugar de un rociado presurizado para reducir la cantidad de salpicaduras sobre el equipo.

[0054] En otras realizaciones, el módulo de control 510 puede operar como el controlador de carro y pista 420, el controlador de ambiente 430, el controlador de dosificación 440 y el controlador de luz 445. El controlador de carro y pista 420 controla el movimiento de los carros 104 sobre la pista habilitando o impidiendo el ingreso de los mismos en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 hacia la etapa de cosecha de las plantas. En algunas realizaciones, los carros 104 pueden recibir identificadores únicos y el controlador de carro y pista 420 puede recibir estos identificadores y proveer al controlador maestro 106 otro conjunto de información de los carros 104 como el peso de los carros 104 con las plantas cultivadas, la cantidad de semillas presentes en las bandejas transportadas por los carros, el tipo de plantas transportadas por los carros 104, etc. Además, el controlador de carro y pista 420 puede detectar la ubicación de los carros 104 en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. En algunas realizaciones, el controlador de carro y pista 420 controla el inventario de carros. Por ejemplo, si un carro está descompuesto, el controlador de carro y pista 420 determina si hay un carro de repuesto, reparar el carro descompuesto o no, solicitar un carro nuevo o no, etc.

[0055] El controlador de luz 445 controla un sistema de iluminación LED que provee distintos colores personalizados para las plantas. Las explicaciones detalladas del sistema de iluminación LED disponible en el módulo de cultivo tipo línea de producción Pueden encontrarse en la Solicitud de Patente Estadounidense pendiente Nro. 15/949,432 presentada en Abril 10, 2018, que reivindica prioridad respecto de la Solicitud de Patente Precaucional Nro. 62/519,607 presentada en Junio 14, 2017 y titulada "SISTEMAS Y MÉTODOS PARA UTILIZAR LED PARA UN

MÓDULO DE CULTIVO” el controlador de luz 445 controla la operación y duración de los sistemas de iluminación LED de manera tal que plantas queden expuestas a distintas longitudes de onda de luz en base a la receta con relación a la iluminación, según se ha expuesto anteriormente en conexión el comando LIGHT de la receta maestra. Las operaciones del controlador de dosificación 440 serán expuestas con mayor detalle a continuación en conexión con la Figura 10.

[0056] Nuevamente con referencia a la Figura 7B, se ilustran varios componentes internos del ejemplo de módulo de control 510. En algunas realizaciones, tales componentes internos pueden en general ser un entorno computacional. Según lo ilustrado, el módulo de control 510 puede incluir un dispositivo informático 720. El dispositivo computacional 720 incluye un procesador 730, hardware de entrada/salida 732, hardware de interfaz de red 739, un componente de almacenamiento de datos 736 (que almacena los datos del sistema 738a, datos de plantas 738b,), y el componente de memoria 790. El componente de memoria 790 puede configurarse como memoria volátil y/o no volátil y como tal, puede incluir memoria de acceso aleatorio (incluyendo SRAM, DRAM, y/u otros tipos de RAM), memoria flash, memoria digital segura (SD), registros, discos compactos (CD), discos versátiles digitales (DVD), y/u otros tipos de medios legibles por computadora no transitorios. De acuerdo a la realización específica, medios legibles por computadora no transitorios pueden residir dentro del dispositivo computacional 720 y/o pueden ser externos al dispositivo computacional 920.

[0057] El componente de memoria 790 puede almacenar la lógica operativa 792, lógica de los sistemas 744a, y la lógica de las plantas 744b. La lógica de los sistemas 744a y la lógica de las plantas 744b pueden respectivamente incluir una pluralidad de partes distintas de lógica, cada de las cuales puede llevarse a la práctica como un programa informático, firmware, y/o hardware, por ejemplo. Según lo ilustrado con más detalle a continuación, la lógica de los sistemas 744a puede monitorear y controlar las operaciones de uno o más de los componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 (Figura 1). La lógica de plantas 744b puede configurarse para determinar y/o recibir una receta para el crecimiento de las plantas y puede facilitar la implementación de la receta mediante la lógica de los sistemas 744a.

[0058] La lógica operativa 742 puede incluir un sistema operativo y/u otro software para manejar los componentes del dispositivo computacional 720. También según se ha expuesto, la lógica de los sistemas 744a y la lógica de las plantas 744b pueden residir en el componente de memoria 740 y pueden configurarse para ejecutar la funcionalidad, según se ha expuesto.

[0059] En algunas realizaciones, el módulo de control 510 puede incluir el controlador de dosificación 440, conforme lo ilustrado en la Figura 4. La lógica de los sistemas 744a y la lógica de las plantas 744b se programan para ejecutar la funcionalidad de dosificación necesaria para operar el módulo de cultivo tipo línea de producción. Es decir, la cantidad de fluido, el tipo de fluido (por ejemplo, agua, nutrientes, etc.), la ubicación donde el fluido debe bombearse, los varios componentes que deben usarse para controlar la dosificación, y/o similares pueden considerarse en la determinación de la funcionalidad de provisión de fluido deseada. El controlador de dosificación 440 se configura y conecta con el controlador maestro 106 mediante el gabinete del sistema de control distribuido 400, conforme lo ilustrado en la Figura 6A, 6B y 6C. Se recibe una entrada con relación a la dosis a proveer a una semilla y/o una planta. En algunas realizaciones, la entrada puede ser una entrada con relación a un tipo particular de semilla y/o planta o una entrada de una receta y el controlador de dosificación 440 puede determinar la dosis en consecuencia. Luego, la lógica de los sistemas 744a del controlador de dosificación 440 se programa para determinar qué componentes son necesarios para proveer la dosis adecuada y qué parámetros son necesarios para cada componente. Luego el controlador de dosificación 440 envía una o más señales a los varios componentes para realizar el ajuste en consecuencia y proveer la dosificación adecuada. Así, el controlador de dosificación 440 determina la dosificación adecuada para las plantas o semillas en base a una entrada y controla los componentes relevantes para proveer la dosis determinada.

[0060] Debe entenderse que si bien los componentes en la Figura 7B se ilustran residiendo dentro del dispositivo computacional 720, esto es meramente un ejemplo. En algunas realizaciones, uno o más de los componentes pueden ser externos al dispositivo computacional 720. Asimismo debe entenderse que, si bien el dispositivo computacional 720 se ilustra como un dispositivo único, esto también es meramente

un ejemplo. En algunas realizaciones, la lógica de los sistemas 744a y la lógica de las plantas 744b pueden residir en distintos dispositivos computacionales. Por ejemplo, una o más de las funcionalidades y/o componentes descritos en la presente pueden proveerse mediante un dispositivo computacional de usuario y/o un dispositivo informático remoto.

[0061]Adicionalmente, si bien el dispositivo computacional 720 se ilustra con la lógica de los sistemas 744a y la lógica de las plantas 744b como componentes lógicos separados, este también es un ejemplo. En algunas realizaciones, una sola lógica (y/o o varios módulos enlazados) pueden hacer que el dispositivo computacional 720 provea la funcionalidad descripta.

[0062]Una interfaz local 746 también se incluye en la Figura 7B y puede implementarse como un bus u otra interfaz de comunicación para facilitar la comunicación entre los componentes del dispositivo computacional 720.

[0063]El procesador 730 puede incluir cualquier componente de procesamiento capaz de recibir y ejecutar instrucciones (como desde un componente de almacenamiento de datos 736 y/o el componente de memoria 790). El hardware de entrada/salida 732 puede incluir y/o configurarse para interactuar con micrófonos, altavoces, una pantalla y/u otro hardware.

[0064]El hardware de interfaz de red 739 puede incluir y/o configurarse para comunicarse con cualquier hardware de red alámbrico o inalámbrico, incluyendo una antena, un módem, un puerto LAN, una tarjeta inalámbrica (Wi-Fi), una tarjeta WiMax, ZigBee, un chip Bluetooth, una tarjeta USB, un hardware de comunicación móvil, y/u otro hardware para comunicarse con otras redes y/o dispositivos. A ´ partir de esta conexión, la comunicación puede facilitarse entre el dispositivo computacional 720 y otros dispositivos externos al módulo de control 510. Como tal, el hardware de interfaz de red 739 puede comunicarse con el puerto I/O 808 del módulo de control 510.

[0065]En algunas realizaciones, el módulo de control 510 puede estar conectado a una red. la red puede incluir Internet u otra red de área local, una red local, como una red de área local, una red de campo cercano, como Bluetooth o una red de comunicación de campo cercano (NFC). Varios otros módulos de control, otros dispositivos computacionales, y/o similares también pueden conectarse a la red. Los

ejemplos de otros dispositivos computacionales incluyen, por ejemplo, un dispositivo computacional de usuario y un dispositivo informático remoto. El dispositivo computacional de usuario puede incluir una computadora personal, una computadora portátil, un dispositivo móvil, una tableta, un servidor, etc. y puede utilizarse como una interfaz con un usuario. Por ejemplo, el usuario puede enviar una receta al dispositivo computacional 720 para al menos una implementación parcial del módulo de control 510. Otro ejemplo puede incluir el módulo de control 510 enviando notificaciones al usuario del dispositivo computacional de usuario.

[0066] De forma similar, el dispositivo informático remoto puede incluir un servidor, una computadora personal, una tableta, un dispositivo móvil, etc. y puede utilizarse para las comunicaciones de máquina a máquina. Por ejemplo, si el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 (Figura 1) determina el tipo de semilla en uso (y/u otra información, como las condiciones ambientales), el dispositivo computacional 720 puede comunicarse con el dispositivo informático remoto para recuperar una receta previamente guardada para tales condiciones. Como tal, algunas realizaciones pueden utilizar una interfaz de programa de aplicación (API) para facilitar esta u otras comunicaciones de computadora a computadora.

[0067] La Figura 9 ilustra un diagrama de flujo que implementa un sistema de control distribuido de acuerdo a varias realizaciones. De acuerdo a lo ilustrado en la Figura 9, el método incluye proveer el controlador maestro en el bloque 902. Según se ha expuesto anteriormente, el controlador maestro 106 almacena y maneja la receta maestra que incluye un conjunto de instrucciones o comandos para cultivar plantas. En base a la receta maestra 404, el controlador maestro 106 controla el suministro de fluido, iluminación, flujo de aire, etc., que están personalizados para las plantas, semillas o ambos. Hay una gran cantidad de carros que operan simultáneamente en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. El controlador maestro 106 detecta la ocurrencia de numerosos eventos y controla varios componentes para proporcionar la dosis necesaria a las plantas de forma oportuna y suficiente.

[0068] En el bloque 904, se determina la funcionalidad necesaria para operar el módulo de cultivo tipo línea de producción. En algunas realizaciones, el módulo de cultivo tipo línea de producción puede tener una estructura de dos torres, de acuerdo a lo ilustrado en las Figuras 1-2. Cada torre del módulo de cultivo tipo línea

de producción puede tener el mismo conjunto de funcionalidades, o las dos torres pueden tener diferentes funcionalidades. En otras realizaciones, el módulo de cultivo tipo línea de producción puede tener estructura de cuatro torres (no se ilustra). Cada torre de este módulo de cultivo tipo línea de producción también puede tener el mismo conjunto de funcionalidades o diferentes funcionalidades. Según se ha expuesto anteriormente, los activos disponibles en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 se consideran al determinar la funcionalidad necesaria. El controlador maestro 106 distribuye y delega las funcionalidades necesarias para maximizar el uso de los activos y encuentra las mejores configuraciones de sistema para poner activos en uso. En algunas realizaciones, el controlador maestro 106 configura varios nodos como el controlador de robot 410, el controlador de carro y pista 420, el controlador de ambiente 430, el controlador de dosificación 440, y el controlador de luz, conforme lo ilustrado en la Figura 4. Sin embargo, la presente invención no se limita a ello y más o menos controladores pueden configurarse como nodos. Según se ha expuesto anteriormente, el tamaño del módulo de cultivo tipo línea de producción puede variar significativamente, como desde una sola bandeja a múltiples módulos que ocupan una gran cantidad de tierra. Estos factores se deben considerar para determinar las funcionalidades necesarias para operar el módulo de cultivo tipo línea de producción. En algunas realizaciones, la automatización del proceso de cultivo de una sola bandeja puede ser manejado por el controlador maestro 106 sin distribuir la funcionalidad. A medida que el tamaño del módulo de cultivo tipo línea de producción se expande y agranda en escala, puede ser más eficiente distribuir las funciones a módulos de control separados.

[0069] Después de configurar cada nodo y activar la conexión, el controlador maestro 106 identifica la dirección de cada nodo y envía los parámetros relevantes a cada nodo. La conexión simple y conveniente es posible mediante el uso del gabinete del sistema de control distribuido que posee múltiples bahías 502 de forma y tamaño para recibir varios módulos de control, de acuerdo a lo ilustrado en las Figuras 6A-6B. Cada bahía tiene el tipo de mecanismo de conexión enchufable y una vez que el módulo de control 502 está enchufado, la conexión con el controlador maestro 106 se activa y el controlador maestro 106 puede levantar la dirección del módulo de control particular 502. En consecuencia, la activación

instantánea de varios controladores como los controladores 410, 420, 430, 440 y 445 es posible.

[0070] En el bloque 906, se toma una determinación en cuanto a la necesidad de módulos de control para lograr la funcionalidad del módulo de cultivo tipo línea de producción. Según se ha expuesto anteriormente, la configuración de los módulos de control necesarios se puede determinar en base a activos disponibles en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. Por ejemplo, si puede haber un pequeño número de robots de riego disponibles en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100, el controlador maestro 106 puede controlar las operaciones de los robots de riego en lugar de delegar o distribuir tales operaciones a un módulo de control separado, como el controlador de robot 410. Sin embargo, si puede haber robots de riego operando continuamente regando las plantas transportadas por 1500 carros y/o regando 50,000 locaciones, por ejemplo, el controlador de robot 410 puede ser configurado e instalado para controlar de forma autónoma aquellos robots de riego. Por ejemplo, el controlador de dosificación 440 puede ser necesario para controlar el riego y los nutrientes distribuidos en varias porciones del módulo de cultivo tipo línea de producción, según se expone seguidamente en conexión con la Figura 10.

[0071] Como otro ejemplo, un módulo de control de bombas, o un módulo de control de válvulas puede ser necesario para controlar y comandar las operaciones de bombas y/o válvulas. Como otro ejemplo adicional, un módulo de control de cosecha puede ser necesario para controlar y comandar las operaciones del componente cosechador 208 (Figura 2). Adicionalmente, o alternativamente, un módulo de control de semilla puede configurarse para controlar y comandar las operaciones del componente sembrador 108 (Figura 2). En otras realizaciones, un módulo de control de cosecha puede estar configurado para controlar el componente de cosecha 208. Además, un módulo de control de cultivo, un módulo de control de balance que usa agua como lastre, etc. pueden configurarse. Una vez determinados los módulos de control necesarios, los módulos de control como el módulo de control 510 de acuerdo a lo ilustrado en las Figuras 7A y 7B pueden usarse para programar y configurar las funcionalidades de control determinadas.

[0072] En el bloque 908, una vez configurados, los módulos de control necesarios se

conectan a la red mediante las bahías del sistema de control distribuido 400 en orden a conectarse con el controlador maestro 106. En algunas realizaciones, las bahías pueden equiparse con cables, hilos, puertos de conexión, etc. de manera tal que cuando los módulos de control sean recibidos, tales módulos estén en modo plug y play. Las bahías también están asignados con localizadores físicos de manera tal que cuando los módulos de control son recibidos, el controlador maestro 106 puede determinar la ubicación en red de cada nodo.

[0073] En el bloque 910, se determina si existe un problema, como, por ejemplo, un módulo de control o un componente del mismo necesita reparación, se desea realizar un cambio en la funcionalidad del módulo de control, un reemplazo del módulo de control por un módulo de control distinto, o similar. Según se ha expuesto anteriormente, la red 490 permite conectar diferentes dispositivos de hardware a través de un protocolo de comunicación común. Por otra parte, la red 490 es una red del tipo conectar, enchufar y usar no requiere configuración de dirección y realiza autodiagnóstico y corrección de errores. De lo contrario, el proceso puede finalizar hasta el momento en que surja un problema. Por otra parte, en el bloque 912, los módulos de control que son responsables del problema son determinados. En el bloque 914, los módulos de control determinados se eliminan del sistema de control distribuido 400. En algunas realizaciones, la extracción del (los) módulo (s) de control no afecta las operaciones de otros módulos de control instalados en las bahías. En algunas realizaciones, otros módulos de control pueden recibir una señal o información indicativa de la eliminación de los módulos de control. Las operaciones y funciones controladas por los módulos de control eliminados puede estar relacionadas con las operaciones y funciones controladas por los módulos de control restantes. En esos casos, los módulos de control restantes pueden recibir la información de eliminación y se les notifica la eliminación de los módulos de control.

[0074] En el bloque 916, el problema se corrige realizando reparaciones, reemplazos, adiciones de nuevas funcionalidades, actualizaciones, etc. En el bloque 918, los módulos de control se reinsertan en el controlador maestro. Nuevamente, la re inserción de los módulos de control no afecta las operaciones de otros módulos de control insertados en las bahías del controlador maestro. La re inserción del (los) módulo (s) de control puede (n) facilitar la comunicación entre los módulos de

control reinstalados y el controlador maestro 106 lo cual permite el control de componentes específicos junto con el controlador maestro 106. El mecanismo de conexión simple y conveniente proporcionado por el sistema de control distribuido 400 además facilita la distribución y delegación de varias funciones de control entre el controlador maestro 106 y los demás módulos de control de hardware.

[0075] La Figura 10 ilustra un ejemplo de diagrama de flujo que provee un hardware de control de dosificación como el controlador de dosificación 440 (Figura 4) para una interfaz de control modular de acuerdo a una realización. De acuerdo a lo ilustrado en la Figura 10, el controlador maestro se provee en el bloque 1002. Según se ha expuesto anteriormente en conexión con las Figuras 1 y 2, el controlador maestro 106 controla todas las operaciones del módulo de cultivo tipo línea de producción 100 comunicándose y controlando varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción. Según se ha expuesto anteriormente, el controlador maestro 106 incluye una interfaz de control modular que puede soportar el controlador de dosificación 440. El controlador maestro 106 incluye la pluralidad de bahías 502 donde cada bahía aloja distintos módulos de control y permite las comunicaciones entre los distintos módulos de control instalados en cada bahía y el controlador maestro 106. Una vez que el módulo de control de dosificación 440 se inserta en las bahías, los módulos de control se comunican y controlan varios componentes relevantes asociados con el módulo de control de dosificación 440 bajo la supervisión y el control del controlador maestro 106.

[0076] En el bloque 1004, se determina la funcionalidad de dosificación necesaria para operar el módulo de cultivo tipo línea de producción. En algunas realizaciones, la funcionalidad de dosificación necesaria incluye la determinación de la funcionalidad provisional de fluido deseada tal como determinar e identificar una cantidad de fluido, un tipo de fluido (por ejemplo, agua, nutrientes, etc.), un lugar donde se debe bombear el fluido, los varios componentes que deben usarse para controlar la dosificación, y/o similares. Además, según se ha expuesto anteriormente, la determinación de la funcionalidad de dosificación necesaria se realiza a la luz de los activos disponibles en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100 para facilitar y habilitar el mejor uso de activos actuales en el ambiente del módulo de cultivo tipo línea de producción.

[0077] En el bloque 1006, se toma una determinación en cuanto a los módulos de control de dosis deseados que logran la funcionalidad del módulo de cultivo tipo línea de producción. Los módulos de control de dosis 510 pueden configurarse para tener la lógica de los sistemas 744a y el registro de la planta 744b que implementa la funcionalidad determinada. Según se ha expuesto anteriormente en conexión con las Figuras 4, 7A y 7B, el módulo de control 510 configurado como el controlador de dosificación 440 posee la lógica de los sistemas 744a y la lógica de las plantas 744b que implementan la funcionalidad. El controlador de dosificación 440 está configurado para tener la lógica de los sistemas 744 de manera tal que las operaciones de uno o más entre el componente de control de dosificación, bombas, líneas de agua, válvulas, colectores de distribución de fluidos, u otros componentes que contienen componentes para proporcionar una dosis particular a las semillas y/o plantas sean monitoreadas y controladas. La lógica de la planta 744b se puede configurar para determinar y/o recibir la receta para el crecimiento de las plantas y puede facilitar la implementación de la receta mediante la lógica de los sistemas 744a. En algunas realizaciones, la receta para el crecimiento de la planta puede dictar la sincronización y longitud de onda de luz, presión, temperatura, riego, nutrientes, atmósfera molecular, y/u otras variables que optimizan el crecimiento y rendimiento de la planta. En algunas realizaciones, la lógica de las plantas 744b además contiene información asociando las plantas y sus ubicaciones en el módulo de cultivo tipo línea de producción 100. En consecuencia, la lógica de las plantas 744b puede proporcionar información sobre las plantas y sus ubicaciones correspondientes a la lógica de los sistemas 744a. Luego la lógica de los sistemas 744a puede determinar la ubicación donde el fluido debe bombearse y suministrarse en base a tal información. En otra realización, el controlador de dosificación 440 puede obtener la información de ubicación de plantas de otros sensores, como un sensor de proximidad, un sensor de peso, una cámara, etc. En otra realización adicional, el controlador de dosificación 440 puede obtener la información de ubicación de las plantas de otro módulo de control que sigue la ubicación de plantas o semillas en una bandeja o carro en particular. En otra realización adicional, el controlador de dosificación 440 puede recibir la información de ubicación de las plantas del controlador maestro 106.

[0078] Los módulos de control de dosificación 510 pueden ser un módulo de control de dosificación o una pluralidad de módulos de control. El número de módulos de control de dosificación 510 puede determinarse en base a factores múltiples, como el tamaño del módulo de cultivo tipo línea de producción, el número de plantas, el número de los componentes de control de dosificación, el número de bombas, el número de válvulas, frecuencia de suministro de dosis. Según se ha expuesto anteriormente y lo ilustrado en las Figuras 4-7, la interfaz de control modular del sistema de control distribuido 400 puede equiparse con la pluralidad de bahías 502 de manera tal que dos o más módulos de control de dosificación puedan alojarse sin problemas técnicos.

[0079] En el bloque 1008, el controlador de dosificación deseado 440, después de la configuración para implementar la funcionalidad deseada, se conecta al insertarse en el gabinete del sistema de control distribuido 400, de acuerdo a lo ilustrado en las Figuras 4-7. Una vez que el controlador de dosificación 440 se inserta, el controlador de dosificación 440 puede estar conectado al controlador maestro 106 y varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción, como los componentes de control de dosificación, bombas, válvulas, etc.

[0080] En el bloque 1010, si bien el controlador de dosificación 440 está activado y funcionando, se recibe una entrada con respecto a la dosificación que se proporcionará a una semilla y/o una planta. En algunas realizaciones, la entrada puede ser una entrada con relación a un tipo particular de semilla y/o planta o una entrada de la receta para el crecimiento de la planta. Según se ha expuesto anteriormente, un usuario puede enviar una receta al controlador de dosificación usando un dispositivo informático de usuario. En respuesta a la entrada, el módulo de control de dosificación 302 puede determinar la dosis en consecuencia.

[0081] En el bloque 1012, se determina qué componentes son necesarios para proporcionar la dosis adecuada en base a la entrada. Según se ha expuesto, la lógica de sistemas 744a de los módulos de control de dosificación puede incluir componentes de control de dosificación y otros componentes relevantes. En el bloque 1014, se determina qué ajustes se necesitan para cada componente. Por ejemplo, los parámetros incluyen ajustar bombas, válvulas, componentes de control de dosificación, etc. en base a la dosis adecuada en base a la entrada. Como otro

ejemplo, los parámetros incluyen programar y coordinar el uso de los componentes de control de dosificación, las bombas, las válvulas, etc. en base a las ubicaciones del suministro de las dosis y la ubicación de las plantas o semillas que requieren el suministro de las dosis.

[0082] En el bloque 1016, una o más señales son enviadas mediante el controlador de dosificación 440 a los diversos componentes para ajustar en consecuencia y proporcionar la dosis adecuada. El proceso puede repetirse en el bloque 1110 para cada determinación de dosificación sucesiva según sea necesario.

[0083] Según lo ilustrado con anterioridad, se revelan varias realizaciones para proveer sistemas y métodos de control distribuido. Un sistema de control distribuido para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción incluye un centro de control, un controlador maestro, y un dispositivo controlador de hardware. El centro de control incluye una pluralidad de bahías de forma y tamaño como para colocar uno o más dispositivos controladores de hardware separados. Cada bahía está equipada con una interfaz de red para conectar. El controlador maestro reside en el centro de control e incluye un primer procesador y una primera memoria. La primera memoria almacena un primer conjunto de instrucciones que dicta las operaciones de cultivo y un segundo conjunto de instrucciones que dicta una pluralidad de funciones de control distribuido. El dispositivo controlador de hardware está conectado y puede desconectarse del controlador maestro mediante la interfaz de red para conectar al colocarse en una bahía del centro de control. El dispositivo controlador de hardware incluye un segundo procesador y una segunda memoria para almacenar un tercer conjunto de instrucciones que dictan una función de control seleccionada de la pluralidad de funciones de control distribuido. Al conectarse en la interfaz de red para conectar, el controlador maestro identifica una dirección del dispositivo controlador de hardware y envía un conjunto de parámetros que definen una pluralidad de tareas relacionadas con la función de control seleccionada para el dispositivo controlador de hardware.

[0084] En otra realización, el dispositivo controlador de hardware ejecuta el tercer conjunto de instrucciones con el segundo procesador y realiza la pluralidad de tareas con relación a la función de control seleccionada mediante el control de uno o más componentes asociados con la función de control seleccionada. En otra

realización, el dispositivo controlador de hardware incluye un controlador de dosificación conectado a una pluralidad de componentes de control de dosificación. El tercer conjunto de instrucciones, ante la ejecución del segundo procesador, comprenden ciertas operaciones que incluyen (i) determinar información de dosificación para un tipo específico de planta, en tanto la información de dosificación comprende una cantidad de dosificación, contenido de fluido, configuración de los componentes de control de dosificación, y la ubicación del suministro de fluido; (ii) seleccionar uno o más componentes entre los componentes de control de dosificación que suministran el fluido en base a la información de dosificación; (iii) determinar la configuración para los componentes seleccionados en base a la información de dosificación; (iv) determinar la ubicación para el suministro del fluido en base a la ubicación del tipo específico de planta en el módulo de cultivo tipo línea de producción; y (v) suministrar la cantidad determinada de la dosis del fluido a la ubicación de suministro de fluido mediante el control de los parámetros de los componentes seleccionados de control de dosificación.

[0085] En otra realización, el controlador de dosificación se comunica con uno o más elementos entre una válvula, una bomba, y un colector de distribución de fluido mediante un puerto I/O para proveer la cantidad de dosificación determinada del fluido a la ubicación de suministro de fluido. En otra realización, el dispositivo controlador de hardware además incluye un dispositivo controlador de robot y la función de control seleccionada además incluye controlar uno o más robots de riego que operan en un módulo de cultivo tipo línea de producción. El dispositivo controlador de hardware además incluye un dispositivo controlador de la luz y la función de control seleccionada además incluye controlar una pluralidad de dispositivos de iluminación LED para generar colores de distintas longitudes de onda de luz de acuerdo a lo indicado por el primer conjunto de instrucciones. El dispositivo controlador de hardware además incluye un controlador de carro y pista y la función de control seleccionada además incluye controlar el movimiento de un carro que transporta las plantas sobre una pista.

[0086] En otra realización, el segundo conjunto de instrucciones, ante la ejecución del primer procesador, comprenden ciertas operaciones que incluyen: (i) identificar una pluralidad de activos que operan en un módulo de cultivo tipo línea de

producción que incluyen, plantas, semillas, dispositivos de iluminación LED, tanques de retención de fluidos, robots de riego, bombas, válvulas y carros; (ii) confeccionar una lista de tareas en base a los activos y eventos identificados que resultan de la ejecución del primer conjunto de instrucciones mediante el primer procesador; (iii) determinar la pluralidad de funciones de control distribuido agrupando una o más tareas, los activos identificados y los eventos en una función de control distribuido; y (iv) almacenar, en la primera memoria, la pluralidad de funciones de control distribuido.

[0087] En otra realización, un sistema de control distribuido para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción incluye un controlador maestro, un primer dispositivo controlador de hardware, un segundo dispositivo controlador de hardware, y una interfaz de red del tipo enchufar, conectar y usar. El controlador maestro incluye un primer procesador y una primera memoria para almacenar un primer conjunto de comandos que dicta las operaciones de cultivo. El primer dispositivo controlador de hardware incluye un segundo procesador y una segunda memoria para almacenar un segundo conjunto de comandos que controla las operaciones de un primer componente. El segundo dispositivo controlador de hardware incluye un tercer procesador y una tercera memoria para almacenar un tercer conjunto de comandos que controla las operaciones de un segundo componente. El primer componente y el segundo componente ejecutan las operaciones que son parte de las operaciones de cultivo dictadas por el primer conjunto de comandos. La interfaz de red del tipo enchufar, conectar y usar está adaptada para conectarse y desconectarse del controlador maestro con el primer dispositivo controlador de hardware y el segundo dispositivo controlador de hardware usando un protocolo de comunicación común.

[0088] En otra realización, el primer dispositivo controlador de hardware incluye un controlador de robot configurado para controlar las operaciones de los robots de riego y el segundo dispositivo controlador de hardware incluye uno entre: un controlador de carro y pista configurado para controlar el movimiento de los carros en las pistas; un controlador de ambiente configurado para controlar las operaciones relativas con temperatura, flujo de aire, humedad y atmósfera en un módulo de cultivo tipo línea de producción; un controlador de dosificación configurado para

controlar una cantidad de dosificación de fluido y la administración del fluido; y un controlador de luz configurado para controlar las operaciones de una pluralidad de dispositivos de iluminación LED. El controlador maestro transmite un conjunto de parámetros con relación a las operaciones del primer componente al primer dispositivo controlador de hardware usando el protocolo de comunicación común. El primer dispositivo controlador de hardware envía una notificación que indica la finalización de las tareas al controlador maestro usando el protocolo de comunicación común. El sistema de control distribuido además incluye un tercer dispositivo controlador de hardware que puede conectarse y desconectarse del controlador maestro mediante la interfaz de red del tipo enchufar, conectar y usar e incluye una versión actualizada, o reparada del tercer conjunto de comandos.

[0089] En otra realización, un método de provisión de un sistema de control distribuido para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción incluye los pasos de (i) disponer un centro de control que comprende una pluralidad de bahías de forma y tamaño como para colocar uno o más dispositivos controladores de hardware separados, cada bahía está equipada con una interfaz de red para conectar; (ii) disponer un controlador maestro que resida en el centro de control, en tanto el controlador maestro comprende un primer procesador y una primera memoria para almacenar un primer conjunto de instrucciones que dicta las operaciones de cultivo y un segundo conjunto de instrucciones que dicta una pluralidad de funciones de control distribuido; (iii) connecting un dispositivo controlador de hardware con el controlador maestro enchufando el dispositivo controlador de hardware en la interfaz de red para conectar de una bahía; (iv) identificar, con el controlador maestro, una dirección del dispositivo controlador de hardware; (v) enviar, desde el controlador maestro al dispositivo controlador de hardware, un conjunto de parámetros que definen una pluralidad de tareas con relación a la función de control seleccionada; y (vi) controlar, con el dispositivo controlador de hardware, las operaciones de uno o más componentes que operan en un módulo de cultivo tipo línea de producción para ejecutar la pluralidad de tareas. El dispositivo controlador de hardware incluye un segundo procesador y una segunda memoria para almacenar un tercer conjunto de instrucciones que dictan una función de control seleccionada de la pluralidad de funciones de control

distribuido.

[0090] En otra realización, el método de provisión de un sistema de control distribuido además incluye los pasos de (i) desconectar el dispositivo controlador de hardware de la red para conectar de la bahía; (ii) modificar el tercer conjunto de instrucciones para la actualización, reconfiguración, o reparación, o alternativamente reemplazo del tercer conjunto de instrucciones con un nuevo conjunto de instrucciones; y (iii) reconectar el dispositivo controlador de hardware con un tercer conjunto de instrucciones modificado con la bahía. El método de provisión de un sistema de control distribuido además incluye los pasos de enviar, con el dispositivo controlador de hardware, una notificación que indica la finalización de la pluralidad de tareas al controlador maestro usando un protocolo de comunicación común mediante la red para conectar.

[0091] Según lo ilustrado con anterioridad, se revelan varias realizaciones para proveer una interfaz de control modular en un módulo de cultivo tipo línea de producción. Estas realizaciones crean una interfaz de control que puede ser personalizable y reparable sin la necesidad de desactivar todo módulo de cultivo tipo línea de producción. La interfaz de control modular incluye una pluralidad de bahías en forma y tamaño para recibir una pluralidad de módulos de hardware de control dispuestos en la interfaz de control modular. Un primer módulo de hardware de control se inserta en una primera bahía de la pluralidad de bahías. Un segundo módulo de hardware de control se retira de una segunda bahía de la pluralidad de bahías. Un tercer módulo de hardware de control se inserta en la segunda bahía de la pluralidad de bahías. Un primer componente del módulo de cultivo tipo línea de producción es controlado por el control del primer módulo de hardware de control, y un tercer componente del módulo de cultivo tipo línea de producción es controlado por el control del tercer módulo de hardware de control. En consecuencia, algunas realizaciones pueden incluir una interfaz de control modular en un módulo de cultivo tipo línea de producción que incluye un controlador maestro que posee una pluralidad de bahías idénticas, cada uno de los cuales recibe uno de una pluralidad de módulos de control. Cada uno de la pluralidad de módulos de control está configurado para proporcionar una funcionalidad particular al módulo de cultivo tipo línea de producción.

[0092] La descripción precedente se refiere a la interfaz de control modular del módulo de cultivo tipo línea de producción, en tanto la interfaz de control modular comprende una o más bahías idénticas o diferentes que están configuradas para recibir cualquiera de una pluralidad de módulos de control intercambiables en funcionamiento, en tanto cada bahía del interfaz de control modular comprende un puerto I/O configurado para conectarse con el puerto correspondiente de cualquiera de la pluralidad de módulos de control intercambiables en funcionamiento de manera tal que cualquiera de la pluralidad de módulos de control intercambiables en funcionamiento pueda ser removido de la interfaz de control modular sin afectar la funcionalidad general de la interfaz de control modular. Además, como cada módulo de control realiza una función específica asignada y configurada, dicho control puede proporcionar eficiencia y flexibilidad para las operaciones y el control del módulo de cultivo tipo línea de producción, a diferencia de un control consolidado que se aplica a la totalidad de las operaciones del módulo de cultivo tipo línea de producción.

[0093] Según se ha expuesto, la interfaz de control modular es específicamente para usar con el módulo de cultivo tipo línea de producción. El módulo de cultivo tipo línea de producción de la presente invención puede proveer un sistema de módulos de cultivo de plantas organizado que facilita una solución de crecimiento rápido, huella pequeña, libre de químicos y poca mano de obra para cultivar microverdes y otras plantas a cosechar. Al mismo tiempo, el módulo de cultivo tipo línea de producción puede proporcionar condiciones ambientales controladas (por ejemplo, la sincronización y longitud de onda de luz, presión, temperatura, riego, nutrientes, atmósfera molecular, y/u otras variables) y asegurar que cada planta o semilla reciba un cuidado personalizado y selectivo en base a factores de crecimiento y parámetros individuales relevantes para las plantas o las semillas, con el fin de optimizar el crecimiento y rendimiento de las plantas. La interfaz de control modular del módulo de cultivo tipo línea de producción puede garantizar el control eficiente, flexible y efectivo de los varios componentes del módulo de cultivo tipo línea de producción.

[0094] Según lo ilustrado con anterioridad, se revelan varias realizaciones para proveer varios hardware de control para una interfaz de control modular en un

módulo de cultivo tipo línea de producción. Una realización crea una interfaz de control de dosificación que controla específicamente las diversas bombas de fluido, válvulas, líneas de agua, y/o colectores de distribución de fluidos del módulo de cultivo tipo línea de producción. Otra realización crea una interfaz de control de válvula que controla específicamente las diversas válvulas y, en consecuencia, la dirección del flujo de fluido dentro del módulo de cultivo tipo línea de producción.

La interfaz de control de dosificación y la interfaz de control de válvula son intercambiables en funcionamiento dentro de la interfaz de control modular de manera tal que puedan instalarse y retirarse según sea necesario.

[0095] En consecuencia, algunas realizaciones pueden incluir hardware de control de dosificación para una interfaz de control modular en un módulo de cultivo tipo línea de producción que incluye un controlador maestro que posee una pluralidad de bahías idénticas, cada una de las cuales puede recibir un módulo de control de dosificación. El módulo de control de dosificación está particularmente configurado para controlar las varias bombas, válvulas, líneas de agua, y/o colectores de distribución de fluidos ubicados dentro del módulo de cultivo tipo línea de producción de manera tal que una dosis adecuada de fluido se suministre a una semilla y/o planta en particular dentro del módulo de cultivo tipo línea de producción en un momento específico.

[0096] El hardware/módulo de control de dosificación maneja específicamente el control del suministro de la dosis y las operaciones de los componentes de control de dosificación. Esto permite la delegación y el control independiente del suministro de dosis del controlador maestro, lo que puede ayudar a reducir la carga de procesamiento en el controlador maestro. Además, dado que el módulo de cultivo tipo línea de producción puede expandirse o reducirse en tamaño, puede ser simple y efectivo expandir o reducir el hardware/módulo de control de dosificación. En otras palabras, si se pueden agregar más plantas o semillas al módulo de cultivo tipo línea de producción, uno o más hardware/módulo de control de dosificación puede configurarse y prepararse para alojar las plantas o semillas agregadas sin necesidad de reprogramar, reemplazar o actualizar el controlador maestro. Si las plantas pueden cosecharse y el suministro de dosis puede ser reducido, el módulo de control de dosificación extra puede ser retirado de las bahías del controlador

maestro, lo cual puede conducir a un ahorro de los recursos de procesamiento. Además, la flexibilidad de configuración de módulo de control de dosificación puede permitir que el módulo de cultivo tipo línea de producción refleje cualquier necesidad de suministro de dosis nueva o actualizada, o cambiar con cambios mínimos los componentes existentes, el controlador maestro, y los demás módulos de control para controlar los componentes asociados.

[0097] La descripción precedente se refiere a un hardware de control de dosificación para un controlador maestro en una interfaz de control modular de un módulo de cultivo tipo línea de producción. El hardware de control de dosificación se lleva a la práctica como un módulo que puede cambiarse en operación dentro de una o más bahías del controlador maestro. El hardware de control de dosificación incluye un dispositivo de procesamiento y un medio de almacenamiento legible por un procesador no transitorio que contiene instrucciones de programación sobre el mismo que, al ser ejecutadas por el dispositivo de procesamiento, hace que el dispositivo de procesamiento controle uno o más elementos entre una válvula, una bomba, y un colector para proveer una dosis medida de agua y/o nutrientes a una semilla o planta en el módulo de cultivo tipo línea de producción.

[0098] Si bien varias realizaciones y aspectos específicos de la presente invención han sido ilustrados y descriptos, varios otros cambios y modificaciones pueden implementarse sin apartarse de su espíritu y alcance. Por otra parte, si bien se han descripto varios aspectos, tales aspectos no necesariamente deben usarse combinados. En consecuencia, en consecuencia se entiende que las reivindicaciones adjuntas cubren todos esos cambios y modificaciones que caen dentro del alcance de las realizaciones ilustradas y descriptas.

[0099] Debe entenderse que las realizaciones descriptas en la presente incluyen sistemas, métodos y medios legibles por computadora no transitorios para proveer una interfaz de control modular para uso en un módulo de cultivo tipo línea de producción. Asimismo debe entenderse que estas realizaciones son meramente ejemplificativas y no pretenden limitar el alcance del invento.

Referencias de las Figuras

Figura 4

106: controlador maestro
 402: procesador
 404: receta maestra
 406: programa de configuración de red distribuida
 410: controlador de robot
 420: controlador de carro y pista
 430: controlador de entorno
 440: controlador de dosificación
 445: controlador de iluminación → dispositivos de iluminación LED
 460: pista
 470: temperatura, humedad, flujo de aire, atmósfera
 480: tanques de agua, luces, nutriente
 210: desinfectante
 104: carros
 108: sembradora
 208: cosechadora
 Assets: activos

Figura 5

106: controlador maestro
 Interfaz, control
 Log: registro

Figura 7B

920: dispositivo computacional
 440: memoria
 942: lógica operativa
 944a: lógica de los sistemas
 944b: lógica de las plantas
 746: interfaz de comunicación local

930: procesador
 932: hardware de entrada/salida
 934: hardware de interfaz de red
 436: componente de almacenamiento de datos
 938a: datos del sistema
 938b: datos de las plantas

Figura 8

Water and nutrients: agua y nutrientes
 Oxygen: oxígeno
 Cold exchanger: intercambiador de frío
 Fluid holding tank: Tanque de retención de fluido

Figura 9

902: se provee controlador maestro
 904: se determina la funcionalidad necesaria para el módulo de cultivo tipo línea de producción
 906: se determinan el o los módulos de control necesarios para lograr la funcionalidad del módulo de cultivo tipo línea de producción
 908: se insertan el o los módulos de control en una interfaz de red “plug & play”
 910: problema?
 912: se determinan el o los módulos de control responsables del problema
 914: se retiran el o los módulos de control de la interfaz de red
 916: se corrige el problema
 918: se reinserta el módulo de control en la interfaz de red

Figura 10

1002: se provee controlador maestro
 1004: se determina la funcionalidad de dosificación necesaria para el módulo de cultivo tipo línea de producción
 1006: se determinan el o los módulos de control de dosificación necesarios para lograr la funcionalidad del módulo de cultivo tipo línea de producción

1008: se insertan el o los módulos de control de dosificación en una interfaz de red “plug & play”

1010: se recibe informe respecto de la dosificación a proveer

1012: se determinan los componentes necesarios para proveer la dosificación

1014: se determinan los parámetros de los componentes

1016: se transmiten las señales de control al o los componentes para ajustar la dosificación