

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 410 370**

51 Int. Cl.:

A01G 25/09 (2006.01)

A01G 25/16 (2006.01)

A01M 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2010** **E 10160618 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013** **EP 2243353**

54 Título: **Sistema y método para gestionar el uso de recursos**

30 Prioridad:

21.04.2009 US 427043

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.07.2013

73 Titular/es:

DEERE & COMPANY (100.0%)
One John Deere Place
Moline, Illinois 61265-8098, US

72 Inventor/es:

ANDERSON, NOEL WAYNE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 410 370 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para gestionar el uso de recursos

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere, en general, a un sistema de control de irrigación y, más particularmente, a un sistema y un procedimiento para gestionar el uso de recursos en patios y jardines.

Antecedentes de la invención

10 La horticultura es la industria y la ciencia del cultivo de plantas. Los horticultores trabajan y realizan investigaciones en las disciplinas de la propagación y el cultivo de plantas, la producción de cultivos, la fitomejora y la ingeniería genética, la bioquímica de las plantas y la fisiología de las plantas. El trabajo implica particularmente frutas, bayas, frutos secos, vegetales, flores, árboles, arbustos y césped. Los horticultores trabajan para mejorar el rendimiento del cultivo, la calidad, el valor nutricional y la resistencia a los insectos, enfermedades y estrés ambiental.

15 Un aspecto de la gestión hortícola es la irrigación. La irrigación se usa, típicamente, para regar grandes áreas homogéneas, tales como campos, céspedes y jardines. Se supone que el agua está disponible desde una única fuente, tal como un pozo, canal o sistema de agua municipal. Frecuentemente, el agua de los sistemas de agua municipales está limitada durante las épocas de calor y sequía y frecuentemente se implementan restricciones de riego para proporcionar suficiente agua para usos de mayor prioridad. Estas restricciones pueden comenzar como riego del césped los días pares-impares y pueden progresar a prohibiciones completas de riego de césped, y, finalmente, a prohibiciones completas de riego de jardines.

20 Los campos y céspedes suelen tener una única especie de planta y la aplicación de agua se basa en sensores de agua, modelos o normas de evapotranspiración. Este tipo de sistema de riego puede ser inadecuado para patios y jardines en los que numerosas especies crecen muy próximas unas a las otras, particularmente, usuarios de cantidades de agua particularmente grandes, tales como árboles y arbustos, en proximidad a usuarios de cantidades menores de agua. Los árboles, arbustos y estructuras proporcionan también sombra, lo cual afecta a la evapotranspiración, que es la suma de la evaporación y la transpiración de las plantas.

25 El documento DE-C1 100 02 880 describe un sistema y un procedimiento que examina la salud de las plantas usando sensores y aplica un recurso a las plantas según las necesidades calculadas del recurso para las plantas supervisadas. Las necesidades del recurso para las plantas supervisadas se calculan usando la desviación entre las mediciones reales y las indicaciones de referencia para plantas sanas, la ubicación de las plantas supervisadas y las recomendaciones acerca de las aplicaciones para las plantas supervisadas. Las necesidades calculadas del recurso para las plantas supervisadas se ajustan en base a datos externos, tales como datos meteorológicos.

Sumario

35 Una realización de la presente invención proporciona un procedimiento implementado por ordenador y un sistema para determinar las necesidades de recursos individuales para cada planta en una pluralidad de plantas. Las condiciones actuales se identifican mediante un sistema de sensores. Se calculan una pluralidad de recetas por planta para la pluralidad de plantas usando las necesidades de recursos individuales y las condiciones actuales. Un recurso se obtiene de una fuente de recursos seleccionada de entre una serie de fuentes de recursos. El recurso es almacenado en un vehículo utilitario móvil y es aplicado desde el vehículo utilitario móvil a cada planta en la pluralidad de plantas según la pluralidad de recetas por planta.

40 La presente invención está relacionada con la solicitud de patente US, comúnmente asignada y en tramitación junto con la presente, con N° de serie 12/427051 (N° de expediente del apoderado 18642-US), titulada "A Method for Providing an Application to Plants"; solicitud de patente US N° de serie 12/427059 (N° de expediente del apoderado 18643-US) titulada "Horticultural Knowledge Base for Managing Yards and Gardens", patente US con N° de serie 12/427076 (N° de expediente del apoderado 18955-US) titulada "Resource Use Management"; solicitud de patente US con N° de serie 12/427065 (N° de expediente del apoderado 18419-US), titulada "Robotic Watering Unit".

Las características, funciones y ventajas pueden conseguirse, de manera independiente, en diversas realizaciones de la presente invención o pueden combinarse en todavía otras realizaciones en las que pueden verse detalles adicionales con referencia a la descripción y los dibujos siguientes.

Breve descripción de los dibujos

Las características consideradas como rasgos novedosos de las realizaciones ilustrativas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones ilustrativas, sin embargo, así como un modo de uso preferido, otros objetivos y ventajas de las mismas, se entenderán mejor con referencia a la descripción detallada siguiente de una realización ilustrativa de la presente invención cuando se lea conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de gestión de uso de recursos en el que puede ser implementada una realización ilustrativa;

la Figura 2 es un diagrama de bloques del uso del agua según una realización ilustrativa;

la Figura 3 es un diagrama de bloques de un sistema de procesamiento de datos según una realización ilustrativa;

la Figura 4 es un diagrama de bloques de un vehículo utilitario móvil según una realización ilustrativa;

la Figura 5 es un diagrama de bloques de una fuente de agua según una realización ilustrativa;

la Figura 6 es un diagrama de bloques de una pluralidad de bases de datos según una realización ilustrativa;

la Figura 7 es un diagrama de bloques de una base de conocimientos hortícola según una realización ilustrativa;

la Figura 8 es un diagrama de bloques de una receta por planta según una realización ilustrativa;

la Figura 9 es un diagrama de bloques de un sistema de sensores según una realización ilustrativa;

la Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para gestionar el uso de agua según una realización ilustrativa;

la Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para determinar las necesidades de agua según una realización ilustrativa;

la Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para la identificación de las condiciones actuales según una realización ilustrativa;

la Figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para regar una pluralidad de plantas según una realización ilustrativa;

la Figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para seleccionar una fuente de agua según una realización ilustrativa;

la Figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para obtener agua en una fuente de agua según una realización ilustrativa; y

la Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para liberar agua desde una fuente de agua según una realización ilustrativa.

Descripción de la realización preferida

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de gestión de uso de recursos en el que puede ser implementada una realización ilustrativa. El sistema 100 de gestión de uso de recursos puede ser implementado en una red de ordenadores en la que pueden ser implementadas las realizaciones ilustrativas. El sistema 100 de gestión de uso de recursos contiene la red 100, que es el medio usado para proporcionar enlaces de comunicación entre diversos dispositivos y ordenadores conectados entre sí dentro de un sistema 100 de gestión de uso de recursos, tal como un vehículo 104 utilitario móvil y una ubicación 106 remota. La red 102 puede incluir conexiones, tales como un cable, enlaces de comunicación inalámbrica o cables de fibra óptica.

En el ejemplo representado, el vehículo 104 utilitario móvil se conecta a la red 102 en una configuración inalámbrica mientras que la ubicación 106 remota tiene una conexión por hardware a la red 102. En otra realización ilustrativa, tanto el vehículo 104 utilitario móvil como la ubicación 106 remota pueden conectarse a la red 102 en una configuración inalámbrica. La ubicación 106 remota puede ser, por ejemplo, ordenadores personales u ordenadores de red. En un ejemplo ilustrativo, la ubicación 104 remota proporciona datos, tales como archivos de arranque, imágenes de sistema operativo y aplicaciones, al vehículo 104 utilitario móvil. El sistema 100 de gestión de uso de recursos puede incluir también una pluralidad de bases de datos 134 y procedimientos 136 de planificación. La pluralidad de bases de datos 134 pueden estar situadas en la ubicación 106 remota, en el vehículo 104 utilitario móvil, o distribuidas entre una ubicación remota y un vehículo utilitario móvil. El vehículo 104

utilitario móvil es un cliente a la ubicación 106 remota en este ejemplo. El sistema 100 de gestión de uso de recursos puede incluir servidores, clientes y otros dispositivos adicionales no mostrados.

El sistema 100 de gestión de uso de recursos puede ser usado para gestionar una serie de recursos diferentes. Tal como se usa en la presente memoria, "recurso" se refiere a, por ejemplo, sin limitación, agua, fertilizante, herbicida, insecticida, fungicida, alimento para plantas, nutrientes y/o cualquier otro recurso adecuado para la gestión hortícola. Aunque los ejemplos ilustrativos proporcionados en la presente memoria representan la gestión del agua, cualquier recurso puede ser gestionado usando las diferentes realizaciones ilustrativas.

El sistema 100 de gestión de uso de recursos incluye fuentes 108 de agua, una pluralidad de plantas 110 y un sistema 112 de sensores. En este ejemplo ilustrativo, el agua es el recurso gestionado por el sistema 100 de gestión de uso de recursos. Las fuentes 108 de agua son un ejemplo ilustrativo de las diferentes fuentes de agua a las que el vehículo 104 utilitario móvil puede recurrir para proporcionar agua a la pluralidad de plantas 110 según la necesidad de cada planta, según lo detectado por el sistema 112 de sensores. El suministro de agua a la pluralidad de plantas 110 es un ejemplo de una tarea hortícola ejecutada por el vehículo 104 utilitario móvil. Las fuentes 108 de agua incluyen un barril 114 con agua de lluvia, un depósito 116 de aguas grises, un condensador 118 de energía solar, un pozo 120, agua 122 municipal y el canal 124. El barril 114 con agua de lluvia es un dispositivo para recoger y mantener el agua de lluvia recogida. En un ejemplo ilustrativo, el barril 114 con agua de lluvia puede ser un tanque de agua que se usa para recoger y almacenar el agua de lluvia, descargada típicamente desde los tejados a través de canales de agua de lluvia. En otro ejemplo ilustrativo, el barril 114 con agua de lluvia puede ser un tanque de agua de lluvia situado en el suelo, usado para retener el agua de lluvia.

El depósito 116 de aguas grises es un dispositivo para recoger agua residual no industrial generada en procedimientos domésticos, tales como lavado de platos, lavado de ropa y baño. Las aguas grises pueden contener agua residual generada en todo tipo de equipo de saneamiento residencial, a excepción de los baños. Un condensador 118 alimentado con energía solar condensa el vapor de agua en agua líquida usando la luz del sol, que es convertida en electricidad. En estos ejemplos, el pozo 120 es una excavación o estructura creada en el suelo para acceder al agua en acuíferos subterráneos. En una realización ilustrativa, el pozo 120 puede incluir una bomba eléctrica sumergible o una bomba mecánica usada para extraer agua a la superficie. En otro ejemplo ilustrativo, el agua desde el pozo 120 puede ser extraída usando contenedores, tales como cubos, que se elevan mecánicamente. En una realización ilustrativa, el pozo 120 puede incluir un tanque de almacenamiento con un sistema de presión. En otra realización ilustrativa, el pozo 120 puede incluir una cisterna junto con una segunda bomba pequeña.

El agua 122 municipal es agua suministrada por la red de suministro de agua de una comunidad local, condado y/o municipio. El canal 124 es un canal o conducto de suministro de agua, que se construye para transportar agua desde una ubicación a otra. En una realización ilustrativa, el canal 124 puede comprender un sistema de tuberías, acequias, canales, túneles y otras estructuras usadas para el transporte de agua.

La pluralidad de plantas 110 incluye plantas 126, 128 y 130 individuales. Las plantas 126, 128 y 130 individuales pueden ser variedades y/o especies de plantas homogéneas o heterogéneas. En una realización ilustrativa, las plantas 126, 128 y 130 individuales se encuentran en la zona 132. La zona 132 es cualquier ubicación en la que pueden estar ubicadas una pluralidad de plantas 110. La zona 132 puede ser, por ejemplo, un parterre, jardín, patio, césped, paisaje, parque, campo, las zonas "green", "fairway", "rough" en un campo de golf, huerto, viñedo, o cualquier otra zona de suelo de recreo o de disfrute sembrada con hierba y/u otras plantas. La zona 132 puede ser contigua o no contigua. En una realización ilustrativa, las plantas 126, 128 y 130 individuales pueden estar situadas en la misma parte de la zona 132. En otra realización ilustrativa, las plantas 126, 128 y 130 individuales pueden estar situadas en partes separadas de la zona 132. En todavía realización ilustrativa, las plantas 126, 128 y 130 individuales pueden estar agrupadas en grupos homogéneos, o pueden agruparse en grupos heterogéneos. Las plantas 126, 128 y 130 individuales pueden estar agrupadas en una disposición densa, o pueden estar separadas en cualquier número de disposiciones y distancias.

Las plantas 126, 128 y 130 individuales se usan como un ejemplo ilustrativo de una serie de plantas que pueden estar presentes en la zona 132. La zona 132 puede contener un número de plantas heterogéneas y/o un número de plantas homogéneas. Tal como se usa en la presente memoria, "cada planta" puede hacer referencia a una o más plantas dentro de una categoría de plantas y/o una o más plantas dentro de una zona de ubicación común. Por ejemplo, en una realización ilustrativa, si la zona 132 es un campo de golf, la planta 126 individual puede representar un número de tipos de plantas y/o de vegetación en las zonas del campo de golf a las que se hace referencia como "green", mientras que la planta 128 individual puede representar una serie de tipos de plantas y/o de vegetación en las zonas del campo de golf a las que se hace referencia como el "rough".

El sistema 112 de sensores puede ser un conjunto de sensores usados para recoger información acerca del entorno alrededor del vehículo 104 utilitario móvil, así como la condición de las plantas 126, 128 y 130 individuales

y la condición de la zona 132 que contiene las plantas 126, 128 y 130 individuales. En estos ejemplos, un conjunto se refiere a uno o más elementos. En estos ejemplos, un conjunto de sensores es uno o más sensores. El sistema 112 de sensores puede estar distribuido a lo largo del vehículo 104 utilitario móvil y la zona que contiene la pluralidad de plantas 110.

5 La ilustración del sistema 100 de gestión de uso de recursos en la Figura 1 pretende ser un ejemplo y no una limitación arquitectónica de la manera en la que las diferentes realizaciones ilustrativas pueden ser implementadas. Pueden usarse otros componentes además de o en lugar de los ilustrados para el sistema 100 de gestión de uso de recursos en otras realizaciones ilustrativas. Por ejemplo, en algunas realizaciones ilustrativas, pueden usarse un conjunto de vehículos utilitarios móviles además del vehículo 104 utilitario móvil. En otro ejemplo ilustrativo, las
10 fuentes 108 de agua pueden contener recursos adicionales tales como, por ejemplo, sin limitación, fertilizante, herbicida, insecticida, fungicida, alimento para plantas, nutrientes y otras sustancias usadas en el cuidado y mantenimiento de plantas. Tal como se usa en la presente memoria, el agua se refiere a recursos hídricos y/o de otro tipo que pueden ser aplicados a las plantas, tales como las plantas 126, 128 y 130 individuales. Otros recursos pueden ser, por ejemplo, sin limitación, fertilizante, herbicida, insecticida, fungicida, alimento para
15 plantas, nutrientes y similares.

En todavía otra realización ilustrativa, el sistema 100 de gestión de uso de recursos puede representar un sistema para realizar tareas hortícolas distintas a la gestión del agua. Una tarea hortícola puede incluir, sin limitación, el riego, la poda, el cultivo, el acondicionamiento para el invierno de un número de plantas. Tal como se usa en la presente memoria, un número se refiere a una o más plantas.

20 Ahora, con referencia a la Figura 2, se representa un diagrama de bloques del uso del agua según una realización ilustrativa. El uso 200 del agua es un ejemplo de vehículo 104 utilitario móvil en la Figura 1 para obtener agua desde fuentes 108 de agua y aplicar el agua a la pluralidad de plantas 110 usando información recogida por el sistema 112 de sensores en la Figura 1. En este ejemplo ilustrativo, el agua es el recurso que es obtenido y aplicado por medio de un vehículo móvil.

25 Una planta 202 individual es un ejemplo de plantas 126, 128 y 130 individuales en la Figura 1. El sensor 204 es un sensor de humedad de suelo situado dentro de la misma parte de la zona en la que se encuentra la planta 202 individual. El sensor 204 mide el contenido de agua en el suelo alrededor de una planta 202 individual. El agua 206 real aplicada es agua aplicada por medio del vehículo 104 utilitario móvil en la Figura 1.

Ahora, con referencia a la Figura 3, se representa un diagrama de bloques de un sistema de procesamiento de
30 datos en el que pueden ser implementadas las realizaciones ilustrativas. El sistema 300 de procesamiento de datos es un ejemplo de un ordenador, tal como la ubicación 106 remota o el vehículo 104 utilitario móvil en la Figura 1, en el que el código de programa usable por ordenador o las instrucciones que implementan los procedimientos pueden estar localizados para las realizaciones ilustrativas. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 300 de procesamiento de datos incluye la red 302 de comunicaciones, que proporciona comunicaciones entre la
35 unidad 304 procesadora, la memoria 306, el almacenamiento 308 persistente, la unidad 310 de comunicaciones, la unidad 312 de entrada/salida (E/S) y la pantalla 314.

La unidad 304 procesadora sirve para ejecutar instrucciones de software que pueden ser cargadas en la memoria 306. La unidad 304 procesadora puede ser un conjunto de uno o más procesadores o puede ser un núcleo multi-procesador, dependiendo de la aplicación particular. Además, la unidad 304 procesadora puede ser implementada
40 usando uno o más sistemas de procesador heterogéneos en los que un procesador principal está presente con procesadores secundarios en un único chip. Como otro ejemplo ilustrativo, la unidad 304 procesadora puede ser un sistema multiprocesador simétrico que contiene múltiples procesadores del mismo tipo.

En estos ejemplos, la memoria 306 puede ser, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio o cualquier otro dispositivo de almacenamiento volátil o no volátil adecuado. El almacenamiento 308 persistente puede adoptar
45 diversas formas, dependiendo de la implementación particular. Por ejemplo, el almacenamiento 308 persistente puede contener uno o más componentes o dispositivos. Por ejemplo, el almacenamiento 308 persistente puede ser un disco duro, una memoria flash, un disco óptico regrabable, una cinta magnética regrabable o alguna combinación de los anteriores. Los medios usados por el almacenamiento 308 persistente pueden ser también desmontables. Por ejemplo, puede usarse una unidad de disco duro extraíble para el almacenamiento 308
50 persistente.

La unidad 310 de comunicaciones, en estos ejemplos, permite comunicaciones con otros sistemas o dispositivos de procesamiento de datos. En estos ejemplos, la unidad 310 de comunicaciones es una tarjeta de interfaz de red. La unidad 310 de comunicaciones puede proporcionar comunicaciones mediante el uso de enlaces de comunicaciones tanto físicos como inalámbricos.

La unidad 312 de entrada/salida permite que la entrada y la salida de datos con otros dispositivos que pueden estar conectados a un sistema 300 de procesamiento de datos. Por ejemplo, la unidad 312 de entrada/salida puede proporcionar una conexión para la entrada de usuario a través de un teclado y un ratón. Además, la unidad 312 de entrada/salida puede enviar la salida a una impresora. La pantalla 314 proporciona un mecanismo para mostrar información a un usuario.

Las instrucciones para el sistema operativo y las aplicaciones o los programas están situadas en el almacenamiento 308 persistente. Estas instrucciones pueden ser cargadas en la memoria 306 para su ejecución por la unidad 304 procesadora. Los procedimientos de las diferentes realizaciones pueden ser realizadas por la unidad 304 procesadora usando instrucciones implementadas en ordenador, que pueden estar situadas en una memoria, tal como la memoria 306. Estas instrucciones se denominan código de programa, código de programa usable por ordenador, o código de programa legible por ordenador, que puede ser leído y ejecutado por un procesador en la unidad 304 procesadora. El código de programa en las diferentes realizaciones puede estar materializado en diferentes soportes físicos o tangibles legibles por ordenador, tales como la memoria 306 o el almacenamiento 308 persistente.

El código 316 de programa se encuentra en una forma funcional en los medios 318 legibles por ordenador que son selectivamente desmontables y pueden ser cargados en o pueden ser transferidos al sistema 300 de procesamiento de datos para su ejecución por unidad 304 procesadora. El código 316 de programa y los medios 318 legibles por ordenador forman un producto 320 de programa de ordenador en estos ejemplos. En un ejemplo, los medios 318 legibles por ordenador pueden estar en una forma tangible, tal como, por ejemplo, un disco óptico o magnético que se inserta o se coloca en una unidad de disco u otro dispositivo que es parte del almacenamiento 308 persistente, para ser transferidos a un dispositivo de almacenamiento, tal como una unidad de disco duro que es parte del almacenamiento 308 persistente. En una forma tangible, los medios 318 legibles por ordenador pueden adoptar también la forma de un almacenamiento persistente, tal como una unidad de disco duro, una unidad de memoria, o una memoria flash que está conectada al sistema 300 de procesamiento de datos. La forma tangible de los medios 318 legibles por ordenador se denomina también medios de almacenamiento grabables por ordenador. En algunos casos, los medios 318 grabables por ordenador pueden no ser extraíbles.

De manera alternativa, un código 316 de programa puede ser transferido al sistema 300 de procesamiento de datos desde los medios 318 legibles por ordenador a través de un enlace de comunicaciones a la unidad 310 de comunicaciones y/o a través de una conexión a la unidad 312 de entrada/salida. En los ejemplos ilustrativos, el enlace y/o la conexión de comunicaciones pueden ser físicos o inalámbricos. Los medios legibles por ordenador pueden adoptar también forma de medios no tangibles, tales como enlaces de comunicaciones o transmisiones inalámbricas que contienen el código del programa.

Los diferentes componentes ilustrados para el sistema 300 de procesamiento de datos no pretenden imponer limitaciones arquitectónicas a la manera en la que pueden implementarse las diferentes realizaciones. Las diferentes realizaciones ilustrativas pueden implementarse en un sistema de procesamiento de datos que incluye componentes además de, o en lugar de, los ilustrados para el sistema 300 de procesamiento de datos. Otros componentes mostrados en la Figura 3 pueden ser modificados con respecto a los ejemplos ilustrativos mostrados.

Como un ejemplo, un dispositivo de almacenamiento en el sistema 300 de procesamiento de datos es cualquier aparato de hardware que pueda almacenar datos. La memoria 306, el almacenamiento 308 persistente y los medios 318 legibles por ordenador son ejemplos de dispositivos de almacenamiento en una forma tangible.

En otro ejemplo, puede usarse un sistema de bus para implementar la red 302 de comunicaciones y puede estar compuesto de uno o más buses, tales como un bus de sistema o un bus de entrada/salida. Por supuesto, el sistema de bus puede implementarse usando cualquier tipo adecuado de arquitectura que permita una transferencia de datos entre los diferentes componentes o dispositivos conectados al sistema de bus. Además, una unidad de comunicaciones puede incluir uno o más dispositivos usados para transmitir y recibir datos, tales como un módem o un adaptador de red. Además, una memoria puede ser, por ejemplo, una memoria 306 o una caché, tal como se encuentra en una interfaz y un concentrador de controladores de memoria que pueden estar presentes en la red 302 de comunicaciones.

Ahora, con referencia a la Figura 4, se representa un diagrama de bloques de un vehículo utilitario móvil según una realización ilustrativa. El vehículo 400 utilitario móvil es un ejemplo de una implementación para el vehículo 104 utilitario móvil en la Figura 1.

Tal como se ilustra, el vehículo 400 utilitario móvil incluye el controlador 402 de máquina, el sistema 404 de propulsión, el sistema 406 de dirección, el sistema 408 de frenado, el sistema 410 de adquisición y de aplicación de agua, el sistema 416 de almacenamiento de agua, el sistema 418 de sensores, la unidad 420 de

comunicaciones y el dispositivo 434 de almacenamiento de datos.

El controlador 402 de máquina incluye el módulo 422 de descarga, la base de conocimientos hortícola 424, la interfaz 426 de usuario, la función 428 de utilidad, el software 430 de control y el software 432 de coordinación. El controlador 402 de máquina puede ser, por ejemplo, un sistema de procesamiento de datos, tal como el sistema 300 de procesamiento de datos en la Figura 3, o algún otro dispositivo que pueda ejecutar procedimientos para controlar el movimiento del vehículo 400 utilitario móvil. El controlador 402 de máquina puede ser, por ejemplo, un ordenador, un circuito integrado específico de aplicación y/o algún otro dispositivo adecuado. Pueden usarse diferentes tipos de dispositivos y sistemas para proporcionar redundancia y tolerancia a fallos. El controlador 402 de máquina puede estar conectado a los diferentes componentes y sistemas del vehículo 400 utilitario móvil, tales como el sistema 404 de propulsión, el sistema 406 de dirección, el sistema 408 de frenado, el sistema 410 de adquisición y de aplicación de agua, el sistema 416 de almacenamiento de agua, el sistema 418 de sensores, la unidad 420 de comunicaciones y el dispositivo 434 de almacenamiento de datos. Tal como se usa en la presente memoria, "conectado a" se refiere a que el controlador de máquina está en comunicación con los diferentes componentes y sistemas del vehículo 400 utilitario móvil de manera que la información puede ser intercambiada entre el controlador 402 de máquina y los diversos componentes y sistemas del vehículo 400 utilitario móvil. En un ejemplo ilustrativo, la información puede ser cualquier cosa que pueda ser enviada entre los componentes y los sistemas del vehículo 400 utilitario móvil para hacer funcionar el vehículo 400 utilitario móvil. Los ejemplos de información incluyen, pero no están limitados a, datos, comandos, programas y/o cualquier otra información adecuada.

El software 430 de control puede incluir software tal como un procedimiento 431 de planificación. El procedimiento 431 de planificación puede ser usado por el controlador 402 de máquina para generar planes para la ejecución de tareas hortícolas usando la base de conocimientos hortícola 424.

El controlador 402 de máquina puede ejecutar procedimientos usando el software 430 de control para controlar el sistema 404 de propulsión, el sistema 406 de dirección y el sistema 408 de freno para controlar el movimiento del vehículo 400 utilitario móvil. El controlador 402 de máquina puede usar también el software 432 de coordinación para coordinar los movimientos de cada vehículo utilitario móvil que recibe comandos desde el controlador 402 de máquina. El controlador 402 de máquina puede ejecutar procedimientos usando el software 430 de control para controlar el sistema 410 de adquisición y de aplicación de agua, el sistema 416 de almacenamiento de agua, el sistema 418 de sensores para que el vehículo 400 utilitario móvil controle la adquisición y la aplicación de agua. El controlador 402 de máquina puede ejecutar procedimientos usando la base de conocimientos hortícola 424 y/o la función 428 de utilidad para controlar las tareas que están siendo realizadas por el vehículo 400 utilitario móvil, tales como la aplicación de agua por el sistema 410 de adquisición y de aplicación de agua, por ejemplo. El controlador 402 de máquina puede enviar diversos comandos a estos componentes para hacer funcionar el vehículo utilitario móvil en diferentes modos de funcionamiento. Estos comandos pueden adoptar diversas formas dependiendo de la implementación. Por ejemplo, los comandos pueden ser señales eléctricas analógicas en las que se usa un cambio de tensión y/o de corriente para controlar estos sistemas. En otras implementaciones, los comandos pueden adoptar la forma de datos enviados a los sistemas para iniciar las acciones deseadas. El controlador 402 de máquina puede ser una única unidad de procesamiento, dos unidades de procesamiento, o puede estar distribuido a través de una serie de unidades de procesamiento. Tal como se usa en la presente memoria, "una serie" se refiere a una o más unidades de procesamiento.

El módulo 422 de descarga permite actualizaciones de la base de conocimientos hortícola 424 a través de un sistema de control o ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1. El módulo 422 de descarga puede proporcionar también acceso al vehículo 400 utilitario móvil a recetas por planta y otra información situada en una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1.

La base de conocimientos hortícola 424 contiene información acerca del entorno operativo, tal como, por ejemplo, un mapa fijo que muestra el paisaje, las estructuras, las ubicaciones de los árboles, las ubicaciones de los parterres, las ubicaciones de plantas individuales y las ubicaciones de otros objetos estáticos. La base de conocimientos hortícola 424 puede contener también información tal como, sin limitación, especies y variedades de plantas situadas en el entorno operativo, información acerca de las necesidades de agua, las etapas de crecimiento y los ciclos de vida de las especies y variedades de plantas situadas en el entorno operativo, meteorología actual en el entorno operativo, historial de la meteorología en el entorno operativo, características medioambientales específicas del entorno operativo que afectan al vehículo 400 utilitario móvil y/o cualquier otra información adecuada para la gestión y ejecución de las tareas hortícolas. La información en la base de conocimientos hortícola 424 puede ser usada para realizar acciones de clasificación y de planificación para las tareas hortícolas. La base de conocimientos hortícola 424 puede estar situada completamente en el vehículo 400 utilitario móvil o partes o la totalidad de la base de conocimientos hortícolas 424 pueden estar situadas en una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1, que es accedida por el vehículo 400 utilitario

móvil.

En una realización ilustrativa, la interfaz 426 de usuario puede ser presentada en un monitor de pantalla montado en un lado del vehículo 400 utilitario móvil y visible por un operario. La interfaz 426 de usuario puede mostrar datos de los sensores del entorno que rodea el vehículo 400 utilitario móvil, así como mensajes, alertas y consultas para el operario. En otras realizaciones ilustrativas, la interfaz 426 de usuario puede ser presentada en una pantalla remota sujeta por un operario o ubicada en una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1.

La función 428 de utilidad opera con restricciones para maximizar la utilidad del uso de recursos en el contexto de toda la estación de crecimiento de la pluralidad de plantas, tales como la pluralidad de plantas 110 en la Figura 1. La función de utilidad exacta de la función 428 de utilidad puede ser adaptada por un operario, tal como un administrador de jardín, por ejemplo, a través de la interfaz 426 de usuario. En una realización ilustrativa, la función 428 de utilidad opera para maximizar los beneficios y minimizar los costos según una serie de restricciones. La función 428 de utilidad puede operar usando la serie de restricciones para determinar la receta 444 por planta en base a, por ejemplo, sin limitación, el valor de aplicar un recurso a una planta, el coste de aplicar el recurso a la planta y las normas de los recursos actuales. La serie de restricciones pueden incluir información tal como, sin limitación, una serie de normas de recursos, el costo por volumen de cada uno de entre una serie de recursos, las propiedades químicas de cada uno de una serie de recursos, las interacciones de plantas individuales con una serie de recursos y/u otra información de restricción adecuada. La función 428 de utilidad puede acceder a la información acerca del número de restricciones usando la base de conocimientos hortícola 424. En una realización ilustrativa, la base de conocimientos hortícola 424 puede incluir información estática acerca de la serie de restricciones en una base de conocimientos fija, tal como la base de conocimientos 702 fija en la Figura 7. En otra realización ilustrativa, la base de conocimientos hortícola 424 puede acceder a información acerca de la serie de restricciones usando una base de conocimientos en línea, tal como la base de conocimientos 704 en línea en la Figura 7.

En un ejemplo ilustrativo en el que el recurso gestionado es el agua, la serie de normas de recursos pueden incluir las normas actuales de agua para una ubicación. Las normas actuales de agua pueden incluir, por ejemplo, información acerca de la escasez de agua, restricciones de agua impuestas en una ubicación determinada y/o la cantidad de agua accesible actualmente para el vehículo 400 utilitario móvil de la pluralidad de fuentes de agua disponibles, tales como las fuentes 108 de agua en la Figura 1.

En una realización ilustrativa, por ejemplo, un administrador de jardín puede emplear la función 428 de utilidad para considerar el subconjunto ilustrativo siguiente de información recibida desde la base de conocimientos hortícola 700 en la Figura 7 para la pluralidad de plantas 110 en la Figura 1:

Tipo de planta	Crecimiento	Etapas	Mínimo	Óptimo	Nota
126	anual	post-floración	100 ml	200 ml	Ninguna
128	perenne	pre-floración	50 ml	150 ml	mostrar
130	anual	pre-floración	75 ml	150 ml	ninguna

En este subconjunto de información ilustrativo, la cantidad óptima de agua a aplicar a la pluralidad de plantas 110 es 500 mililitros (ml). La aplicación real en el momento actual puede estar restringida a sólo 250 ml. La restricción puede ser debida, por ejemplo, a una escasez de agua o restricciones debidas a una sequía impuestas por una ciudad o un municipio, por ejemplo. El administrador de jardín podría dar prioridad al agua de la siguiente manera: (1) las plantas que deben presentarse en un espectáculo próximo, (2) las plantas perennes, (3) las plantas anuales en etapa de pre-floración y (4) las plantas anuales en la etapa post-floración, mantenidas sólo como vegetación, que pueden recibir 0 ml (es decir, se les deja morir).

En base a esta prioridad ilustrativa, la planta 128 individual en la Figura 1 recibe la prioridad más alta y podría recibir la cantidad óptima de 150 ml de agua. A continuación, la planta 130 individual en la Figura 1 podría recibir 100 ml de agua y la planta 126 individual en la Figura 1 no recibiría agua. Si una planta, tal como la planta 126 individual en la Figura 1, debe ser abandonada, puede generarse un orden de trabajo para que sea retirada de manera que no sea regada con agua desde el suelo. Si el agua es abundante, puede dejarse en su sitio y puede ser regada para proporcionar una vegetación estéticamente agradable.

En estos ejemplos, el sistema 404 de propulsión puede propulsar o mover el vehículo 400 utilitario móvil en respuesta a los comandos desde el controlador 402 de máquina. El sistema 404 de propulsión puede mantener o incrementar la velocidad a la que un vehículo utilitario móvil se mueve en respuesta a las instrucciones recibidas desde el controlador 402 de máquina. El sistema 404 de propulsión puede ser un sistema de propulsión controlado eléctricamente. El sistema 404 de propulsión puede ser, por ejemplo, un motor de combustión interna, un sistema híbrido de motor de combustión interna/eléctrico, un motor eléctrico o algún otro sistema de propulsión adecuado.

El sistema 406 de dirección puede controlar el guiado o la dirección del vehículo 400 utilitario móvil en respuesta a los comandos recibidos desde el controlador 402 de máquina. El sistema 406 de dirección puede ser, por ejemplo, un sistema de dirección hidráulica controlado eléctricamente, un sistema de dirección con accionamiento de piñón y cremallera accionado eléctricamente, un sistema de dirección Ackerman, un sistema de dirección de dirección deslizante, un sistema de dirección diferencial o algún otro sistema de dirección adecuado.

El sistema 408 de frenado puede reducir la velocidad y/o detener el vehículo 400 utilitario móvil en respuesta a los comandos desde el controlador 402 de máquina. El sistema 408 de freno puede ser un sistema de dirección controlado eléctricamente. Este sistema de frenado puede ser, por ejemplo, un sistema de frenado hidráulico, un sistema de frenado por fricción o algún otro sistema de frenado adecuado que puede ser controlado eléctricamente.

El sistema 410 de adquisición y aplicación de agua es un ejemplo de un tipo de sistema que puede estar ubicado en el vehículo 400 utilitario móvil para ejecutar una tarea hortícola, tal como el riego. El sistema 410 de adquisición y aplicación de agua permite al vehículo 400 utilitario móvil adquirir un recurso, tal como agua, desde una pluralidad de fuentes, tales como las fuentes 108 de agua en la Figura 1, para su almacenamiento en un sistema 416 de almacenamiento de agua. El sistema 416 de almacenamiento de agua es un ejemplo ilustrativo de un tipo de sistema de almacenamiento de recursos usado por el vehículo 400 utilitario móvil. El sistema 410 de adquisición y de aplicación de agua permite también que el vehículo 400 utilitario móvil aplique un recurso, tal como agua, a una pluralidad de plantas individuales, tales como las plantas 126, 128 y 130 individuales en la Figura 1. El sistema 410 de adquisición y aplicación de agua incluye un sistema 412 de bombeo y un sistema 414 de válvulas.

El sistema 414 de válvulas puede incluir una serie de válvulas para iniciar y detener el flujo de un recurso. El sistema 414 de válvulas puede ser usado en conjunción con una alimentación por gravedad para adquirir un recurso desde fuentes de recursos que están por encima del nivel del depósito 438 en el sistema 416 de almacenamiento de agua. El sistema 412 de bombeo puede ser usado para llevar un recurso desde las fuentes de recursos que están por debajo del nivel del depósito 438 al sistema 416 de almacenamiento de agua.

En un ejemplo ilustrativo, aunque podría usarse una alimentación por gravedad para regar las plantas, esto requiere que el nivel de agua esté por encima del nivel de salida. Esto puede no ser adecuado para vehículos utilitarios móviles pequeños, tales como robots, que necesitan regar las plantas en macetas grandes o macetas que están colocadas sobre el área circundante sobre un pedestal. Para las plantas que están en un nivel por debajo del depósito 438 del vehículo 400 utilitario móvil, el sistema 414 de válvulas se usa para permitir que un recurso, tal como agua, sea empujado por la gravedad y sea dispersado. Para las plantas que están en un nivel por encima del depósito 438, el sistema 412 de bombeo permitiría que un recurso, tal como agua, fuese transferido desde el sistema 416 de almacenamiento de agua a una pluralidad de plantas, tales como, por ejemplo, una de entre la pluralidad de plantas 110 en la Figura 1. Tal como se usa en la presente memoria, una serie de plantas es una o más plantas. La cantidad de recursos, tales como agua, es especificada por una receta por planta. El recurso real aplicado puede ser estimado a partir de la actividad de la bomba o puede ser medido usando un sensor de flujo de fluido, tal como un medidor 440 de flujo/nivel en el sistema 416 de almacenamiento de agua.

El sistema 416 de almacenamiento de agua incluye una entrada 436 del depósito, un depósito 438, un medidor 440 de flujo/nivel y un agitador 442. La entrada 436 del depósito es una abertura o conducto para permitir que un recurso sea añadido al depósito 438. El depósito 438 es un recipiente usado para contener un recurso en reserva. En una realización ilustrativa, el sistema 416 de almacenamiento de agua puede tener una serie de depósitos. Tal como se usa en la presente memoria, "una serie" se refiere a uno o más depósitos. El medidor 440 de flujo/nivel supervisa la cantidad de un recurso en el depósito 438 y la cantidad de un recurso aplicado en una ubicación particular.

En una realización ilustrativa, el medidor 440 de flujo/nivel puede ser, por ejemplo, un flotador en el depósito 438. La posición vertical del flotador puede ser representativa de la cantidad de recursos en el depósito 438. En una realización ilustrativa, el flotador puede ser un sensor que supervisa el cambio de nivel de agua con el tiempo y transmite los datos del sensor a un sistema de procesamiento, tal como el controlador 402 de máquina. En otra realización ilustrativa, el medidor 440 de flujo/nivel puede ser un dispositivo para medir la tasa de flujo de agua conforme el agua pasa desde el depósito 438 a través del sistema 410 de adquisición y de aplicación de agua. Por

ejemplo, puede usarse un dispositivo sensor de molinete para medir la cantidad de agua que fluye desde el depósito 438. El dispositivo sensor de molinete puede girar conforme el agua fluye a través del dispositivo y la velocidad de rotación puede indicar la cantidad de agua que fluye por el dispositivo. Los datos del sensor pueden ser transmitidos a un sistema de procesamiento de datos, tal como el controlador 402 de máquina. En otro ejemplo ilustrativo, si se conoce el nivel inicial del depósito, los datos del sensor para la velocidad de flujo a través de un dispositivo de molinete pueden usarse para calcular el nivel restante en el depósito.

El agitador 442 puede usarse para mezclar dos o más recursos entre sí para conseguir una consistencia uniforme en el depósito 438. Los recursos pueden ser, por ejemplo, sin limitación, agua, fertilizante, herbicida, insecticida, fungicida, alimento para plantas, nutrientes y/o cualquier otro tipo de recurso.

El sistema 418 de sensores es un sistema de percepción de alta integridad y puede ser un conjunto de sensores usados para recopilar información acerca del entorno que rodea un vehículo utilitario móvil. En estos ejemplos, la información es enviada al controlador 402 de máquina para proporcionar datos para identificar cómo debería gestionar el vehículo 400 utilitario móvil el uso de los recursos, proporcionando específicamente datos acerca de la pluralidad de plantas y las condiciones actuales en el entorno operativo. En estos ejemplos, "un conjunto" se refiere a uno o más elementos. En estos ejemplos, un conjunto de sensores es uno o más sensores.

La unidad 420 de comunicación es un sistema de comunicaciones de alta integridad y puede proporcionar múltiples enlaces y canales de comunicaciones redundantes al controlador 402 de máquina para recibir información. Los enlaces y canales de comunicación pueden ser componentes heterogéneos y/u homogéneos redundantes que proporcionan una comunicación a prueba de fallos. Esta información incluye, por ejemplo, datos, comandos y/o instrucciones.

La unidad 420 de comunicación puede adoptar diversas formas. Por ejemplo, la unidad 420 de comunicación puede incluir un sistema de comunicaciones inalámbricas, tal como un sistema de teléfono celular, un sistema de Wi-Fi inalámbrica, un sistema inalámbrico Bluetooth y/o algún otro sistema de comunicación inalámbrica adecuado. Además, la unidad 420 de comunicación puede incluir también un puerto de comunicaciones, tal como, por ejemplo, un puerto de bus serie universal, una interfaz serie, una interfaz de puerto paralelo, una interfaz de red y/o algún otro puerto adecuado para proporcionar un enlace de comunicaciones físico. La unidad 420 de comunicación puede ser usada para comunicarse con una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1, o un operario.

El dispositivo 434 de almacenamiento de datos es un ejemplo de un almacenamiento 308 persistente en la Figura 3. El dispositivo 434 de almacenamiento de datos incluye una receta 444 por planta. La receta 444 por planta puede ser obtenida usando la base de conocimientos hortícola 424, o puede ser recibida desde una ubicación remota a través de módulo 422 de descarga.

La ilustración del vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4 no pretende imponer limitaciones físicas o arquitectónicas en la manera en la que se pueden implementar las diferentes realizaciones ventajosas. Pueden usarse otros componentes además de o en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser innecesarios en algunas realizaciones ventajosas. Asimismo, los bloques se presentan para ilustrar algunos componentes funcionales y están combinados y/o divididos en diferentes bloques cuando están implementados en hardware y/o software. Por ejemplo, en algunas realizaciones ventajosas, un agitador puede ser innecesario para el sistema 416 de almacenamiento de agua. En algunas otras realizaciones ventajosas, pueden encontrarse múltiples depósitos dentro del sistema 416 de almacenamiento de agua, donde cada depósito contiene un recurso diferente. Tal como se usa en la presente memoria, "agua" se refiere a recursos hídricos y/o de otro tipo que pueden ser aplicados a las plantas, tales como las plantas 126, 128 y 130 individuales en la Figura 1. Otros recursos pueden ser, por ejemplo, sin limitación, fertilizante, herbicida, insecticida, fungicida, alimento para plantas, nutrientes y similares.

En otra realización ventajosa, el vehículo 400 utilitario móvil puede contener sistemas adicionales en lugar de o además de los sistemas descritos. Por ejemplo, otros sistemas pueden incluir, sin limitación, sistemas de poda, sistemas de cultivo, sistemas de plantación y/o cualquier otro sistema adecuado para la ejecución de tareas hortícolas. El vehículo 400 utilitario móvil puede ser un vehículo utilitario móvil de propósito general o un vehículo utilidad móvil especial. Un vehículo utilitario móvil de propósito general puede tener uno o más sistemas intercambiables. Un vehículo utilitario móvil dedicado puede tener uno o más sistemas fijos.

En otra realización ventajosa adicional, la función 428 de utilidad puede funcionar con una serie de restricciones para maximizar la utilidad del uso de recursos en el contexto de costo en una estación de crecimiento y/o interacciones de plantas específicas con propiedades químicas presentes en una serie de recursos. Las interacciones específicas de las plantas pueden incluir factores tales como, por ejemplo, sin limitación, beneficios para el crecimiento de las plantas, impedimento para el crecimiento de las plantas, beneficios para el aspecto de las plantas, impedimento para el aspecto de las plantas, beneficio para las propiedades químicas de la planta con

el tiempo y/o cualquier otra interacción adecuada de la planta con propiedades químicas presentes en la serie de recursos.

Ahora, con referencia a la Figura 5, se representa un diagrama de bloques de una fuente de agua según una realización ilustrativa. La fuente 500 de agua es un ejemplo de una de las fuentes 108 de agua en la Figura 1.

- 5 La fuente 500 de agua incluye un sistema 502 de liberación de agua, un sistema 504 de almacenamiento de agua y una unidad 506 de comunicación. El sistema 502 de liberación de agua incluye un sistema 508 de autenticación, un sistema 510 de acoplamiento y un sistema 512 de llenado. El sistema 508 de autenticación recibe información de identificación desde un vehículo utilitario móvil, tal como el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4 y
10 en una realización ilustrativa, el sistema 508 de autenticación puede incluir un lector de identificación de radio frecuencia que detecta una etiqueta de identificación por radiofrecuencia en un vehículo utilitario móvil.

Un sistema 510 de acoplamiento permite que un vehículo utilitario móvil consiga la posición correcta para la transferencia de agua entre la fuente 500 de agua y el vehículo utilitario móvil.

- 15 El sistema 512 de llenado incluye el sistema 514 de bombeo y el sistema 516 de válvulas. El sistema 514 de bombeo puede usarse para extraer el agua desde la fuente 500 de agua con el fin de enviar el agua al vehículo utilitario móvil. El sistema 516 de válvulas puede incluir una serie de válvulas para iniciar y detener el flujo de agua desde la fuente 500 de agua a un vehículo utilitario móvil. El sistema 516 de válvulas puede usarse en conjunción con alimentación por gravedad para enviar agua desde la fuente 500 de agua a un vehículo utilitario móvil que está por debajo del nivel de la fuente 500 de agua.

- 20 El sistema 504 de almacenamiento de agua incluye la entrada 518 del depósito, el depósito 520 fuente y el medidor 522 de flujo/nivel. La entrada 518 del depósito es una abertura o conducto para permitir que el agua sea añadida al depósito 520 fuente. El depósito 520 fuente es un recipiente usado para contener una reserva de agua. En una realización ilustrativa, el depósito fuente puede ser un barril, condensador, pozo, canal, lago, río, corriente, arroyo, estanque, etc. El medidor 522 de flujo/nivel supervisa la cantidad de agua en el depósito 520 fuente y la
25 cantidad de agua transferida a un vehículo móvil en particular. En una realización ilustrativa, el medidor 522 de flujo/nivel puede ser, por ejemplo, un flotador en el depósito 520 fuente, un dispositivo para medir la velocidad de flujo de agua conforme el agua pasa desde el depósito 520 fuente a un vehículo móvil, o una combinación.

- La unidad 506 de comunicación puede usarse, opcionalmente, para recibir información de identificación desde un vehículo utilitario móvil y transmitir datos de la fuente de agua a una ubicación remota, tal como la ubicación 106
30 remota en la Figura 1, o a un operario. La unidad 506 de comunicación puede adoptar diversas formas. Por ejemplo, la unidad 506 de comunicación puede incluir un sistema de comunicaciones inalámbricas, tal como un sistema de teléfono celular, un sistema Wi-Fi inalámbrico, un sistema inalámbrico Bluetooth y/o algún otro sistema de comunicación inalámbrica adecuado. Además, la unidad 506 de comunicación puede incluir también un puerto de comunicaciones, tal como, por ejemplo, un puerto de bus serie universal, una interfaz serie, una interfaz de
35 puerto paralelo, una interfaz de red y/o algún otro puerto adecuado para proporcionar un enlace de comunicaciones físico.

- La ilustración de la fuente 500 de agua en la Figura 5 no pretende imponer limitaciones físicas o arquitectónicas en la manera en la que se pueden implementar las diferentes realizaciones ventajosas. Pueden usarse otros componentes además de o en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser innecesarios en algunas
40 realizaciones ventajosas. Asimismo, los bloques se presentan para ilustrar algunos componentes funcionales y se combinan y/o dividen en diferentes bloques cuando están implementados en hardware y/o software. Por ejemplo, en algunas realizaciones ventajosas, el sistema 508 de autenticación y la unidad 506 de comunicación pueden estar integrados como un sistema. En algunas realizaciones ventajosas adicionales, el sistema 512 de llenado puede contener un único sistema, u otro sistema además del sistema 514 de bombeo y el sistema 516 de válvulas.

- 45 Ahora, con referencia a la Figura 6, se representa un diagrama de bloques de una pluralidad de bases de datos según una realización ilustrativa. La pluralidad de bases de datos 600 pueden estar situadas en una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1, en un vehículo utilitario móvil, tal como el vehículo 104 utilitario móvil en la Figura 1 y el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4, o pueden estar distribuidas a través en una ubicación remota y un vehículo utilitario móvil.

- 50 La pluralidad de bases de datos 600 incluye la base de conocimientos hortícola 602, las normas 604 de tareas hortícolas, el pronóstico 606 meteorológico y solar, un modelo 608 de humedad del suelo, una base de datos 610 de autenticación de fuente de agua y una base de datos 612 del nivel de las fuentes de agua. La base de conocimientos hortícola 602 contiene información acerca del entorno operativo, tal como, por ejemplo, un mapa fijo que muestra el paisaje, las estructuras, las ubicaciones de los árboles, las ubicaciones de los parterres, las

- ubicaciones de las plantas individuales y las ubicaciones de otros objetos estáticos. La base de conocimientos hortícola 602 puede contener también información, tal como, sin limitación, especies y variedades de plantas situadas en el entorno operativo, información acerca de las necesidades de agua, las etapas de crecimiento y los ciclos de vida de las especies y variedades de plantas situadas en el entorno operativo, la meteorología actual en el entorno operativo, un historial de la meteorología en el entorno operativo, las características específicas medioambientales del entorno operativo que afectan a un vehículo utilitario móvil, tal como el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4, los patrones de poda, la profundidad de plantación, la orientación de las semillas, los procedimientos de cultivo, los procedimientos de acondicionamiento para el invierno y/o cualquier otra información hortícola adecuada.
- 5 La información en la base de conocimientos hortícola 602 puede usarse para realizar acciones de clasificación y planificación. La base de conocimientos hortícola 602 puede estar situada, en su totalidad, en un vehículo utilitario móvil, tal como el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4, o partes o la totalidad de la base de conocimiento 602 hortícola pueden estar situadas en una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1, que es accedida por un vehículo utilitario móvil.
- 10 Las normas 604 de tareas hortícolas pueden incluir, sin limitación, las normas 614 de agua, normas 616 de poda, normas 618 de plantación, normas 620 de cultivo y las normas 622 de acondicionamiento para el invierno. Las normas 614 de agua pueden incluir normas de agua actuales para el entorno operativo de un vehículo utilitario móvil. Las normas 614 de agua pueden incluir información relacionada con una escasez de agua, restricciones de agua impuestas en un entorno operativo o la cantidad de agua accesible actualmente por un vehículo utilitario móvil, tal como el vehículo 104 utilitario móvil en la Figura 1, desde una pluralidad de fuentes de agua disponibles, tales como las fuentes 108 de agua en la Figura 1.
- 15 Las normas 616 de poda pueden incluir normas acerca de en qué época del año debería podarse una planta en particular, en base a la variedad, la especie, la etapa de crecimiento y/o el ciclo de vida de la planta particular. La poda puede referirse a la eliminación de las partes enfermas, no productivas, o si no las partes no deseadas de una planta. La poda puede usarse para dar forma a una planta mediante el control o el direccionamiento del crecimiento de la planta, mantener la salud de la planta o para aumentar el rendimiento o la calidad de las flores y los frutos.
- 20 Por ejemplo, la poda de las ramas pequeñas puede llevarse a cabo en cualquier momento del año. En otro ejemplo ilustrativo, la poda de las ramas grandes, con más de entre el cinco y el diez por ciento de la corona de la planta, puede realizarse durante la latencia en invierno o a mediados de verano justo después de la floración. En este ejemplo, las normas 616 de poda pueden tener en cuenta el tipo de planta a podar, y pueden especificar adicionalmente que una especie de planta puede sufrir daños por las heladas durante el invierno si es podada durante la latencia y debería ser podada a mediados de verano, mientras que otra especie de planta es lo suficientemente resistente para soportar la poda durante el invierno. Algunas especies de plantas, tales como la magnolia, por ejemplo, se podan mejor en verano o en el inicio de la latencia ya que las especies de plantas cicatrizan lentamente después de la poda. Las plantas leñosas que florecen temprano en la estación, tales como las manzanas, las azaleas y las lilas, por ejemplo, deben ser podadas justo después de la floración ya que una poda tardía puede sacrificar las flores en la temporada subsiguiente.
- 25 Las normas 618 de plantación pueden incluir normas acerca de cuándo sembrar las semillas, el tratamiento de semillas antes de la siembra, la profundidad de las semillas para la plantación, la orientación de las semillas para la plantación y/o cualquier otra norma de plantación adecuada para una planta particular en base a la variedad, especie y/o ciclo de vida de la planta particular. Por ejemplo, algunas especies de plantas pueden requerir un tratamiento en frío para germinar y deberían plantarse durante el invierno para germinar apropiadamente en la primavera. En otro ejemplo ilustrativo, algunas especies de plantas pueden germinar rápidamente y necesitan un ambiente templado para florecer y, por lo tanto, necesitan ser plantadas en la primavera.
- 30 Las normas relacionadas con cuándo deben plantarse las semillas pueden referirse a que estación es la mejor para la siembra. Las normas para el tratamiento de semillas antes de la siembra pueden incluir normas tales como, sin limitación, escarificación de semilla, estratificación, remojo de semillas, limpieza de semillas, germinación de semillas y/o cualquier otro tratamiento de semillas adecuado. La orientación de las semillas puede referirse a la posición de una semilla en el suelo, tal como, por ejemplo, posicionada con las raíces hacia abajo.
- 35 Las normas 620 de cultivo pueden incluir normas de cuándo cultivar una planta en base a la variedad, la especie, la etapa de crecimiento y/o el ciclo de vida de la planta particular. El cultivo puede referirse a tareas tales como, sin limitación, la labranza o el trabajo de la tierra, la eliminación de malas hierbas, la recolección de plantas y/o cualquier otra tarea de cultivo adecuada.
- 40 Las normas 622 de acondicionamiento para el invierno podrán incluir normas acerca de cuándo acondicionar para
- 45
- 50
- 55

el invierno una planta particular en base a la variedad, la especie, la etapa de crecimiento y/o el ciclo de vida de la planta particular. Por ejemplo, ciertas variedades de plantas perennes pueden necesitar un acondicionamiento para el invierno para sobrevivir hasta la próxima estación.

5 El pronóstico 606 meteorológico y solar puede contener información acerca de las condiciones operativas actuales en un entorno operativo. Las condiciones operativas actuales pueden incluir factores tales como, sin limitación, las precipitaciones recientes, las precipitaciones actuales, las precipitaciones esperadas, la sequía, la escasez de lluvia, el viento, la nubosidad, la sombra, la luz solar directa, la temperatura actual, etc.

10 El modelo 608 de humedad de suelo es un modelo básico de las condiciones ideales de humedad del suelo para una planta individual, tal como las plantas 126, 128 y 130 individuales en la Figura 1. El modelo 608 de humedad del suelo puede ser ajustado según las mediciones in situ del tipo de suelo y/o la topografía del entorno operativo. La topografía puede incluir características del entorno operativo, tales como, sin limitación, una pendiente o colina del entorno operativo. En estos ejemplos, la topografía puede afectar a la retención de humedad del suelo en el entorno operativo.

15 La base de datos 610 de autenticación de fuentes de agua puede contener información para identificar y autenticar los vehículos utilitarios móviles autorizados. Por ejemplo, en una realización ilustrativa, la base de datos 610 de autenticación de fuentes de agua puede contener información acerca de fuentes de agua particulares desde las que un vehículo utilitario móvil está autorizado a sacar agua, o fechas y horas específicas en las que un vehículo utilitario móvil particular puede sacar agua desde una fuente de agua particular. La base de datos 610 de autenticación de fuentes de agua puede ser accedida por una fuente de agua, tal como la fuente 500 de agua en la
20 Figura 5 usando un sistema de autenticación, tal como el sistema 508 de autenticación en la Figura 5. La base de datos 610 de autenticación de fuentes de agua puede ser accedida también por un vehículo utilitario móvil, tal como el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4 usando un módulo 420 de descarga para adquirir los códigos de autenticación para una fuente de agua determinada, por ejemplo.

25 La base de datos 612 de niveles de fuentes de agua contiene información sobre los niveles de agua actuales de diferentes fuentes de agua, tales como las fuentes 108 de agua en la Figura 1. En una realización ilustrativa, una fuente de agua, tal como la fuente 500 de agua en la Figura 5, puede transmitir información del nivel del depósito de la fuente a la base de datos 612 de niveles de fuentes de agua. Un vehículo utilitario móvil, tal como el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4, puede acceder a la base de datos 612 de niveles de fuentes de agua cuando determina qué fuente de agua acceder para cumplir con una receta por planta.

30 La ilustración de la pluralidad de bases de datos 600 en la Figura 6 no pretende imponer limitaciones físicas o arquitectónicas en la manera en la que se pueden implementar las diferentes realizaciones ventajosas. Pueden usarse otros componentes además de o en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser innecesarios en algunas realizaciones ventajosas. Asimismo, los bloques se presentan para ilustrar algunos componentes funcionales y se combinan y/o dividen en diferentes bloques cuando se implementan en hardware y/o software. Por
35 ejemplo, en algunas realizaciones ventajosas, la pluralidad de bases de datos 600 pueden contener bases de datos adicionales, o menos bases de datos.

Ahora, con referencia a la Figura 7, se representa un diagrama de bloques de una base de conocimientos hortícola según una realización ilustrativa. La base de conocimientos hortícola 700 es un ejemplo de un componente de base de conocimiento de un controlador de máquina, tal como la base de conocimientos hortícola 424 del vehículo
40 400 utilitario móvil en la Figura 4. Por ejemplo, la base de conocimientos puede ser, sin limitación, un componente de un sistema de navegación, un controlador de máquina autónoma, un controlador de máquina semi-autónoma, o puede ser usada para tomar decisiones de gestión con respecto a las actividades del entorno operativo y las actividades de coordinación.

45 La base de conocimientos hortícola 700 incluye una base de conocimientos 702 fija, una base de conocimientos 704 en línea y una base de conocimientos adquiridos 706.

La base de conocimientos 702 fija contiene información estática acerca del entorno operativo de un vehículo utilitario móvil. La base de conocimientos 702 fija incluye mapas 708 de la zona de trabajo, especies 710 de plantas, variedades 712 de plantas, necesidades 714 de agua, etapas 716 de crecimiento, ciclos 718 de vida, base de datos 720 de objetos, patrones 722 de poda, procedimientos 724 de cultivo y procedimientos 726 de
50 acondicionamiento para el invierno. Los mapas 708 de la zona de trabajo contienen información acerca del entorno operativo de un vehículo utilitario móvil, tales como, sin limitación, un mapa fijo que muestra el paisaje, las estructuras, las ubicaciones de los árboles, las ubicaciones de los parterres, las ubicaciones de las plantas individuales y las ubicaciones de otros objetos estáticos.

Las especies 710 de plantas contienen información acerca de las características de diversas especies de plantas.

Por ejemplo, las características de diversas especies de plantas pueden ser, sin limitación, tronco, corteza, sistema de ramificación, tamaño del tallo, patrón de la hoja, brotación, no brotación, color, patrón de crecimiento, luz solar preferida, humedad de suelo preferida, pH del suelo preferido y similares. Las variedades 712 de plantas contienen información acerca de las características de las diferentes variedades de plantas o cultivares de las diversas especies de plantas que se encuentran en las especies 710 de plantas. Por ejemplo, las características de diferentes variedades de plantas o cultivares de las diversas especies de plantas pueden ser, sin limitación, color, tamaño, patrón de crecimiento, patrón de brotación, luz solar preferida, humedad del suelo preferida, pH del suelo preferido y similares. Un cultivar es una planta cultivada que ha sido seleccionada y que recibe un nombre único debido a sus características decorativas o útiles. Normalmente, un cultivar es distinto de plantas similares y cuando se propaga, conserva esas características.

En una realización ilustrativa, algunos ejemplos de las diversas características de la humedad del suelo preferida puede ser, sin limitación, más agua que la precipitación promedio para el año, más agua que durante la estación de crecimiento, sin agua durante el período de latencia, suelo bien drenado y similares. En otra realización ilustrativa, algunos ejemplos de las diversas características de color y el tamaño pueden ser, sin limitación, hojas verdes con bordes blancos, hojas verdes con márgenes amplios, irregulares, de color amarillo claro, hojas de color verde pálido a oro con márgenes de color verde oscuro, hojas de color azul oscuro con sombras de color amarillo, grandes hojas de color verde pálido a oro, hojas verdes con grandes centros de color oro y vetas blancas entre los mismos, etc.

Las necesidades 714 de agua contiene información sobre las necesidades de agua típicas asociadas con cada especie de planta y variedad o cultivar de planta encontradas en las especies 710 de plantas y variedades 712 de plantas, según la etapa de crecimiento y el ciclo de vida de la planta. Las etapas 716 de crecimiento contiene información acerca de las etapas de crecimiento típicas, o las etapas de crecimiento esperadas, asociadas a cada especie de planta y variedad de planta que se encuentran en las especies 710 de plantas y las variedades 712 de plantas. Las etapas de crecimiento esperadas pueden ser, por ejemplo, la altura de crecimiento, la floración y/o cualquier otro indicador de etapa de crecimiento adecuado usado para determinar la etapa de desarrollo de una planta particular. Los ciclos 718 de vida contiene información acerca de los ciclos de vida típicos asociados con cada especie de planta y variedad de planta que se encuentran en las especies 710 de plantas y las variedades 712 de plantas. Por ejemplo, los ciclos 718 de vida pueden indicar si una especie o variedad de planta particular es una planta anual o perenne. Las plantas perennes, especialmente las plantas pequeñas con flores, crecen y florecen durante la primavera y el verano, mueren cada otoño e invierno, a continuación, vuelven en primavera desde su rizoma. Típicamente, las plantas anuales germinan, florecen y mueren en el transcurso de un año, a menos que se impida la creación de semillas. Algunas plantas sin semillas pueden ser consideradas también como anuales, a pesar de que no florecen. El ciclo de vida de una planta individual varía y depende del punto en la estación de crecimiento, así como del tipo de especie y variedad de la planta.

La base de datos 720 de objetos contiene información fija acerca de los objetos que se pueden ser identificados en un entorno operativo, que puede ser usada para clasificar los objetos identificados en el entorno. Esta información fija puede incluir atributos de objetos clasificados, por ejemplo, un objeto identificado con atributos de alto, estrecho, vertical y cilíndrico, puede estar asociado con la clasificación de "tronco de árbol". La base de conocimientos 702 fija puede contener información fija adicional del entorno operativo. La base de conocimientos 702 fija puede ser actualizada en base a la información desde la base de conocimientos adquiridos 706.

Los patrones 722 de poda contienen información sobre cómo podar una variedad y/o especie de planta particular. Los patrones 722 de poda pueden incluir un corte al raso ("heading back"), un corte de entresaque ("thinning out"), un corte de desmoche ("topping off"), eliminación de flores muertas ("deadheading") y/u otro procedimiento de poda adecuado. Un corte raso es un patrón de poda que corta de nuevo a un punto intermedio de crecimiento. Un corte de entresaque es un patrón de poda que recorta de nuevo hasta cierto punto de origen, tal como la eliminación de un brote, de una rama en su punto de origen en la planta. Un corte de desmoche es un patrón de poda que implica la eliminación de todas las ramas y crecimientos dejando unas pocas ramas grandes o el tronco del árbol. Eliminación de flores muertas ("deadheading") es un patrón de poda que elimina las flores marchitas o las cabezas de la flor por razones estéticas, para prolongar la floración hasta varias semanas o promover una re-floración, o para evitar la siembra.

Los procedimientos 724 de cultivo contienen información acerca de cómo cultivar una variedad y/o especie de planta particular. Los procedimientos 724 de cultivo pueden incluir información acerca de cómo realizar ciertas tareas, tales como, sin limitación, cultivar o trabajar la tierra, eliminar las malas hierbas, cosechar las plantas y/o cualquier otra tarea cultivo adecuada. Los diferentes procedimientos de cultivo, o de trabajo de la tierra pueden incluir, sin limitación, remover la tierra, airear el suelo y/o cualquier otro procedimiento adecuado de trabajo de la tierra. Por ejemplo, el trabajo del suelo puede ser necesario cuando el suelo se endurece, tal como por ejemplo cuando el suelo recibe humedad y, a continuación, se seca rápidamente formando una costra endurecida que

previene que penetre humedad adicional en el suelo para llegar a las raíces de las plantas. Los procedimientos 724 de cultivo pueden tener en cuenta también la profundidad de las raíces de una planta particular al proporcionar procedimientos apropiados para una variedad o especie de planta particular. Por ejemplo, una planta con raíces poco profundas puede requerir una herramienta pasiva para trabajar el suelo, tal como una azada, mientras que una planta con un sistema de raíces profundas puede permitir el uso de una herramienta activa para trabajar el suelo, tal como un arado rotatorio.

Los diferentes procedimientos para la eliminación de malas hierbas pueden incluir, sin limitación, procedimientos físicos, procedimientos químicos y/o cualquier otro procedimiento adecuado para eliminar las malas hierbas. Por ejemplo, los procedimientos físicos pueden incluir el arado para cortar las raíces de las malas hierbas o arrancar las malas hierbas del suelo. Los procedimientos químicos pueden incluir la distribución de herbicidas a lo largo de la zona en la que crecen las malas hierbas. Los diferentes procedimientos para la recolección pueden incluir, sin limitación, cosechado, recolección, corte o si no eliminación de cultivos maduros, frutas, vegetales, flores y/o cualquier otra producción de la planta.

Los procedimientos 726 de acondicionamiento para el invierno contienen información acerca de cómo acondicionar para el invierno una variedad y/o especie de planta. Los procedimientos 726 de acondicionamiento para el invierno pueden incluir procedimientos tales como, sin limitación, poda de plantas añosas, añadir materia orgánica, cubrir plantas inactivas para aislarlas y/o cualquier otro procedimiento adecuado de acondicionamiento para el invierno. Por ejemplo, la cubrición de las plantas latentes puede incluir el uso de hojas trituradas, paja, u otro material orgánico adecuado para cubrir la planta hasta una cierta profundidad, tal como el aislamiento de una planta con 60 cm de hojas trituradas.

La base de conocimientos 704 en línea puede ser accedida con una unidad de comunicaciones, tal como la unidad 420 de comunicaciones en la Figura 4, para acceder inalámbricamente a Internet. La base de conocimientos 704 en línea proporciona dinámicamente información a un procedimiento de control de máquina que permite ajustes del procesamiento de los datos de los sensores, cálculos exactos de los sensores específicos del sitio y/o exclusión de la información de los sensores. Por ejemplo, la base de conocimientos 704 en línea puede incluir las condiciones meteorológicas actuales del entorno operativo desde una fuente en línea. En algunos ejemplos, la base de conocimientos 704 en línea puede ser una base de conocimientos accedida de manera remota. Esta información meteorológica puede ser usada por el software 430 de control en el controlador 402 de máquina en la Figura 4 para determinar qué sensores activar con el propósito de adquirir datos ambientales precisos para el entorno operativo. La meteorología, tal como la lluvia, la nieve, la niebla y las heladas pueden limitar el alcance de ciertos sensores y requiere un ajuste en los atributos de otros sensores para adquirir datos ambientales exactos del entorno operativo. Otros tipos de información que pueden ser obtenidas incluyen, sin limitación, información de la vegetación, tal como el despliegue del follaje, el estado de caída de la hoja y la falta de humedad del césped.

La base de conocimientos adquiridos 706 puede ser un componente separado de la base de conocimientos hortícola 700 o, como alternativa, puede estar integrada con la base de conocimientos 702 fija en una realización ilustrativa. La base de conocimientos adquiridos 706 contiene los conocimientos adquiridos conforme el vehículo utilitario móvil pasa más tiempo en una zona de trabajo específica y puede cambiar, de manera temporal o a largo plazo, dependiendo de las interacciones con la base de conocimientos 704 en línea y la entrada del usuario. La base de conocimientos adquirida incluye la etapa 728 de crecimiento de la planta, datos 730 visuales del estrés de las plantas, el uso 732 real observado del agua y la receta 734 por planta. La etapa 728 observada de crecimiento de las plantas contiene información recopilada por un sistema de sensores, tal como el sistema 418 de sensores en la Figura 4, detectando la etapa real de crecimiento de planta de una planta individual, tal como las plantas 126, 128 y 130 individuales en la Figura 1. La información en la etapa 728 observada de crecimiento de las plantas puede ser comparada con la información de estado típico de crecimiento de las plantas en las etapas 716 de crecimiento y se usa para ajustar el tratamiento y la aplicación de agua a una planta individual. Los datos 730 visuales del estrés de las plantas contienen información recopilada por un sistema de sensores cerca de una planta individual que está sometida a estrés o que muestra signos visuales de estrés. La información en los datos 730 visuales de estrés de las plantas puede ser usada para ajustar el tratamiento y la aplicación de agua de la planta individual con el fin de tratar el estrés observado de la planta.

El uso 732 real observado del agua contiene información recopilada por un sistema de sensores acerca de la humedad del suelo, la retención de agua y la cantidad real de agua aplicada. El uso 732 real observado de agua es información adquirida acerca del uso real del agua de una planta individual que puede ser usada por un sistema de procesamiento, tal como la función 428 de utilidad en el controlador 402 de máquina en la Figura 4, para ajustar la cantidad de agua aplicada en las futuras aplicaciones de uso del agua.

La receta 734 por planta contiene información acerca de la cantidad de agua y/u otras sustancias que deberían aplicarse a cada planta individual, tal como las plantas 126, 128 y 130 individuales en la Figura 1. Otras sustancias

pueden ser, por ejemplo, sin limitación, fertilizantes, alimento para plantas, pesticidas y similares. En una realización ilustrativa, una receta 734 por planta es transmitida a un vehículo utilitario móvil, tal como el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4, a través del módulo 422 de descarga o la unidad 420 de comunicaciones en la Figura 4. En otra realización ilustrativa, una receta 734 por planta es calculada por un sistema de procesamiento, tal como el controlador 402 de máquina en la Figura 4, usando los datos aprendidos de la etapa 728 observada de crecimiento de la planta, los datos 730 visuales del estrés de la planta y el uso 732 real observado del agua, así como los datos fijos desde la base de conocimientos 702 fija. Un vehículo móvil, tal como el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4, cumple la receta 734 por planta moviéndose dentro del entorno operativo para recoger agua de una fuente de agua, tal como las fuentes 108 de agua en la Figura 1, y aplicando el agua a la pluralidad de plantas, tales como la pluralidad de plantas 110 en la Figura 1. La receta 734 por planta pueden ser instrucciones para la aplicación de una cantidad específica de agua y/u otras sustancias a una pluralidad de plantas. Tal como se usa en la presente memoria, "por planta" se refiere a una o más plantas individuales. En estos ejemplos, la receta 734 por planta puede estar dirigida a una planta individual, tal como la planta 126 individual en la Figura 1, o puede estar dirigida a una pluralidad de plantas, tales como la pluralidad de plantas 110 en la Figura 1.

En otro ejemplo ilustrativo, la base de conocimientos adquiridos 706 puede detectar la ausencia de un árbol que estaba presente la última vez que recibió los datos ambientales desde la zona de trabajo. La base de conocimientos adquiridos 706 puede modificar temporalmente los datos ambientales asociados con la zona de trabajo para reflejar la nueva ausencia de un árbol, que puede modificarse más tarde de manera permanente tras una entrada por parte del usuario que confirme que el árbol fue cortado realmente. La base de conocimientos adquiridos 706 puede aprender mediante un aprendizaje supervisado o no supervisado.

La información en la base de conocimientos hortícola 700 puede ser usada para realizar acciones de clasificación y planificación para gestionar el uso del agua. La base de conocimientos hortícola 700 puede estar situada completamente en un vehículo utilitario móvil, tal como el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4, o partes o la totalidad de la base de conocimientos hortícola 700 pueden estar situadas en una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1, que es accedida por un vehículo utilitario móvil.

Ahora, con referencia a la Figura 8, un diagrama de bloques de una receta por planta se representa según una realización ilustrativa. La receta 800 por planta es un ejemplo de una implementación de una receta 734 por planta en la Figura 7.

La receta 800 por planta contiene información acerca de la cantidad de agua y/u otras sustancias que deberían aplicarse a cada planta individual, tal como las plantas 126, 128 y 130 individuales en la Figura 1. La receta 800 por planta puede contener instrucciones para la aplicación de una cantidad específica de agua y/u otras sustancias a una pluralidad de plantas. Tal como se usa en la presente memoria, "por planta" se refiere a una o más plantas individuales. En estos ejemplos, la receta 800 por planta puede estar dirigida a una planta individual, tal como la planta 126 individual en la Figura 1, o puede estar dirigida a una pluralidad de plantas, tales como la pluralidad de plantas 110 en la Figura 1.

Tal como se ilustra, la receta 800 por planta incluye, por ejemplo, la identificación 802 de la planta, la ubicación 804 de la planta, la cantidad 806 de agua y la cantidad 808 de otras sustancias. Estos componentes diferentes de la receta 800 por planta se usan para identificar la planta a regar así como la cantidad de agua y otras sustancias a aplicar a esa planta.

La identificación 802 de la planta incluye información que identifica la especie y la variedad de una planta o un grupo de plantas. La información 802 de la planta se obtiene usando componentes de una base de conocimientos fija, tal como las especies 720 de plantas y las variedades 712 de plantas de la base de conocimientos 702 fija en la Figura 7, así como un sistema de sensores, tal como el sistema 418 de sensores en la Figura 4.

La ubicación 804 de la planta incluye información acerca de la ubicación de una planta o un grupo de plantas. Por ejemplo, la ubicación 804 de la planta puede contener información acerca de la ubicación de una planta individual, tal como la planta 126 individual en la Figura 1, la información acerca de la ubicación de un grupo de plantas, tal como la pluralidad de plantas 110 en la Figura 1 y/o información acerca de la ubicación de una zona con una pluralidad de plantas, tal como la zona 132 en la Figura 1.

La cantidad 806 de agua es la cantidad de agua asignada a una planta o un grupo de plantas después de que una función de utilidad ha calculado los costos, los beneficios y las restricciones asociadas con el riego de un grupo de plantas en las condiciones actuales. La función de utilidad puede ser un componente de software de un controlador de máquina en un vehículo utilitario móvil, tal como la función 428 de utilidad del controlador 402 de máquina en el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4. Como alternativa, en otra realización ilustrativa, la función de utilidad puede ser un componente de software en una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1, donde la ubicación remota transmite la cantidad de agua calculada para un vehículo utilitario móvil en forma de

una receta 800 por planta.

La cantidad 808 de otras sustancias incluye información acerca de sustancias diferentes al agua que pueden aplicarse a una planta o un grupo de plantas. Otras sustancias pueden ser, por ejemplo, sin limitación, fertilizantes, alimento para plantas, pesticidas y similares.

- 5 En una realización ilustrativa, una receta 800 por planta es transmitida a un vehículo utilitario móvil, tal como el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4, a través del módulo 422 de descarga o la unidad 420 de comunicaciones en la Figura 4. En otra realización ilustrativa, la receta 800 por planta se calcula mediante un sistema de procesamiento, tal como la función 428 de utilidad del controlador 402 de máquina en la Figura 4, usando los datos aprendidos de la etapa 728 observada de crecimiento de la planta, los datos 730 visuales del estrés de la planta y el uso 732 real observado de agua, así como los datos fijos de la base de conocimientos 702 fija en la Figura 7.

Ahora, con referencia a la Figura 9, se representa un diagrama de bloques de un sistema de sensores según una realización ilustrativa. El sistema 900 de sensores es un ejemplo de una implementación del sistema 112 de sensores en la Figura 1 y el sistema 418 de sensores en la Figura 4.

- 15 Tal como se ilustra, el sistema 900 de sensores incluye, por ejemplo, una cámara 902 de infrarrojos, una cámara 904 de luz visible, un sensor 906 de humedad del suelo, un sensor 908 de lluvia, un indicador 910 de temperatura, un sensor 912 de viento, un sensor 914 de luz ambiental, un sistema 916 de posicionamiento global y un sensor 918 de luz estructurada. Estos diferentes sensores pueden ser usados para identificar el entorno operativo alrededor de un vehículo utilitario móvil. Los sensores en el sistema 900 de sensores pueden ser seleccionados de manera que uno de los sensores siempre sea capaz de detectar la información necesaria para hacer funcionar el vehículo utilitario móvil en entornos operativos diferentes.

- 20 La cámara 902 en el infrarrojo cercano puede formar una imagen usando radiación infrarroja. La cámara 904 de luz visible puede ser una cámara de imagen fija estándar, que puede ser usada solo para información de color o con una segunda cámara para generar imágenes estereoscópicas o tridimensionales. Cuando la cámara 904 de luz visible es usada junto con una segunda cámara para generar imágenes estereoscópicas, las dos o más cámaras pueden configurarse con diferentes ajustes de exposición para proporcionar un rendimiento mejorado en una gama de condiciones de iluminación. La cámara 904 de luz visible puede ser también una cámara de vídeo que captura y graba imágenes en movimiento.

- 25 Las imágenes en el infrarrojo cercano de la cámara 902 en el infrarrojo cercano y la cámara 904 de luz visible pueden procesarse usando medios conocidos en la técnica para identificar las especies de plantas y evaluar la salud de las plantas.

El sensor 906 de humedad del suelo detecta la información de humedad del suelo actual in situ a partir de partes específicas del entorno operativo.

- 30 El sensor 908 de lluvia detecta la precipitación sobre la superficie exterior del vehículo utilitario móvil. En una realización, el sensor 908 de lluvia incluye un haz de infrarrojos y un sensor de infrarrojos. En este ejemplo ilustrativo, el sensor 908 de lluvia funciona mediante la emisión de una luz infrarroja en un ángulo de 45 grados a un parabrisas del vehículo utilitario móvil desde el interior del vehículo utilitario móvil. Si el parabrisas está mojado, una menor cantidad de luz rebotará de nuevo hacia el sensor, lo que indica la presencia de humedad sobre el parabrisas y la probabilidad de lluvia. La realización ilustrativa no pretende limitar la arquitectura del sensor 908 de lluvia. Pueden usarse otras tecnologías de detección de lluvia sin apartarse del espíritu y del alcance de la invención.

- 35 El indicador 910 de temperatura detecta la temperatura ambiente del entorno operativo. El sensor 912 de viento detecta la velocidad del viento en un entorno operativo. En una realización ilustrativa, el indicador 910 de temperatura y el sensor 912 de viento son características opcionales de sistema 900 de sensores. La información detectada por el indicador 910 de temperatura y el sensor 912 de viento puede ser recibida, de manera alternativa, desde una base de conocimientos en línea, tal como la base de conocimientos 704 en línea en la Figura 7. El sensor 914 de luz ambiental mide la cantidad de luz ambiental en el entorno operativo.

- 40 El sistema 916 de posicionamiento global puede identificar la ubicación del vehículo utilitario móvil con respecto a otros objetos en el entorno. El sistema 916 de posicionamiento global puede ser cualquier tipo de esquema de triangulación de radiofrecuencia basado en la intensidad de la señal y/o el tiempo de vuelo. Los ejemplos incluyen, sin limitación, el Sistema de Posicionamiento Global, Glonass, Galileo y la intensidad relativa de señal de la torre de teléfonos celulares. Típicamente, la posición se indica como latitud y longitud, con un error que depende de factores tales como las condiciones ionosféricas, la constelación de satélites y la atenuación de la señal por la

vegetación.

El sensor 918 de luz estructurada emite luz en un patrón, tal como una o más líneas, lee las reflexiones de la luz a través de una cámara, e interpreta las reflexiones para detectar y medir los objetos en el entorno.

5 En una realización ilustrativa, el sistema 900 de sensores recibe datos desde el sensor 906 de humedad del suelo que identifican la humedad del suelo de partes específicas del entorno operativo. La información acerca de la humedad del suelo es procesada por un procesador, tal como la función 428 de utilidad del controlador 402 de máquina en la Figura 4 y, opcionalmente, es mostrada a un operario a través de la interfaz 426 de usuario en la Figura 4. En un ejemplo ilustrativo, la entrada del usuario puede ser recibida para ajustar una receta por planta para la planta o plantas individuales en la parte específica del entorno operativo. A continuación, la entrada del usuario es usada por un sistema de control, tal como el software 430 de control en el controlador 430 de máquina en la Figura 4, para determinar qué comandos enviar al sistema de aplicación de agua del vehículo utilitario móvil.

En otra realización ilustrativa, el controlador 402 de máquina en la Figura 4 recibe los datos de humedad del suelo desde el sistema 900 de sensores, e interactúa con la base de conocimientos hortícola 424 en la Figura 4 con el fin de determinar qué comandos enviar al sistema de aplicación de agua del vehículo utilitario móvil.

15 Ahora, con referencia a la Figura 10, se representa un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para gestionar el uso del agua según una realización ilustrativa. El procedimiento en la Figura 10 puede ser implementado mediante la función 428 de utilidad y el software 430 de control en el controlador 402 de máquina en la Figura 4.

20 El procedimiento comienza identificando una pluralidad de plantas (etapa 1002). La pluralidad de plantas puede ser, por ejemplo, la pluralidad de plantas 110 en la Figura 1. La pluralidad de plantas puede contener un número de plantas individuales homogéneas o heterogéneas, tales como las plantas 126, 128 y 130 individuales en la Figura 1. Tal como se usa en la presente memoria, "un número" se refiere a una o más plantas. La pluralidad de plantas pueden ser identificadas usando una base de conocimientos, tal como la base de conocimientos hortícola 700 en la Figura 7. En una realización ilustrativa, las plantas pueden ser identificadas también mediante una etiqueta de identificación por radiofrecuencia colocada en la proximidad de la planta en el momento de la siembra. La etiqueta de identificación por radiofrecuencia puede tener también el nombre de la planta impreso para su visualización por un ser humano, tal como se hace frecuentemente en los jardines.

30 A continuación, el procedimiento determina las necesidades de agua para cada planta en la pluralidad de plantas (etapa 1004). Las necesidades de agua pueden ser determinadas usando una base de datos de necesidades de agua, tal como las necesidades de agua 714 de la base de conocimientos hortícola 700 en la Figura 7. A continuación, el procedimiento identifica las condiciones actuales (etapa 1006). Las condiciones actuales pueden ser identificadas usando una base de conocimientos, tal como la base de conocimientos hortícola 700 en la Figura 7 y/o un sistema de sensores, tal como el sistema 900 de sensores en la Figura 9. Las condiciones actuales son parámetros que identifican el estado de la zona en la que se va a realizar el riego. Los parámetros para las condiciones actuales pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, precipitaciones recientes, precipitaciones actuales, precipitaciones esperadas, humedad del suelo, sequía, escasez de lluvia, viento, nubosidad, sombra, luz directa del sol, temperatura actual, datos visibles de la planta y similares.

40 El procedimiento calcula una receta por planta (etapa 1008) para la pluralidad de plantas. La receta por planta puede contener instrucciones para la aplicación de una cantidad específica de agua y/u otras sustancias a una pluralidad de plantas. Tal como se usa en la presente memoria, "por planta" se refiere a una o más plantas individuales. En estos ejemplos, una receta por planta, tal como la receta 734 por planta en la Figura 7, puede referirse a una planta individual, tal como la planta 126 individual en la Figura 1, o puede referirse a una pluralidad de plantas, tal como la pluralidad de plantas 110 en la Figura 1.

45 A continuación, el procedimiento obtiene el agua de una fuente de agua (etapa 1010), por ejemplo, de una o más de entre las fuentes 108 de agua en la Figura 1. A continuación, el procedimiento aplica el agua a cada planta según la receta por planta (etapa 1012), terminándose el procedimiento a continuación.

50 Ahora, con referencia a la Figura 11, se representa un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para determinar las necesidades de agua según una realización ilustrativa. El procedimiento en la Figura 11 puede ser implementado mediante un componente de software que se ejecuta en el controlador 402 de máquina en la Figura 4, tal como una base de conocimientos hortícola 424 y/o el sistema 418 de sensores en la Figura 4.

El procedimiento comienza identificando una especie de planta (etapa 1102). La especie de planta de una planta individual puede ser identificada usando las especies 710 de plantas de la base de conocimientos 702 fija de la base de conocimientos hortícola 700 en la Figura 7. A continuación, el procedimiento identifica la variedad de

planta (etapa 1104). La variedad de planta puede ser identificada usando las variedades 712 de planta de la base de conocimientos 702 fija dentro de la base de conocimientos hortícola 700 en la Figura 7. La planta individual puede ser identificada como parte de la base de conocimientos 702 fija o, de manera alternativa, puede ser identificada usando el sistema 418 de sensores en la Figura 4, en conjunción con la base de conocimientos hortícola 700 en la Figura 7. Por ejemplo, en una realización ilustrativa, una cámara, tal como una cámara 904 de luz visible del sistema 900 de sensores en la Figura 9, puede detectar las características de una planta individual, tal como la planta 126 individual en la Figura 1. Las características detectadas pueden ser usadas en conjunción con la información en las especies 710 de plantas y las variedades 702 de plantas de la base de conocimientos hortícola 700 en la Figura 7, con el fin de identificar las especies de plantas.

A continuación, el procedimiento determina la etapa de crecimiento de la planta individual (etapa 1106). En una realización ilustrativa, la etapa de crecimiento se determina usando la información de las etapas 716 de crecimiento de la base de conocimientos hortícola 700 en la Figura 7. En otra realización ilustrativa, la etapa de crecimiento de la planta individual se determina usando un sistema de sensores, tal como el sistema 900 de sensores en la Figura 9, para detectar la etapa de crecimiento observada de la planta. En este ejemplo, la información sobre la etapa observada de crecimiento de la planta es almacenada en una base de conocimientos adquiridos, tal como la base de conocimientos adquiridos 706 de la base de conocimientos hortícola 700 en la Figura 7 y puede ser movida después a la base de conocimientos 702 fija como una actualización de las etapas 716 de crecimiento.

A continuación, el procedimiento determina el ciclo de vida de la planta individual (etapa 1108). El ciclo de vida se refiere a si la planta individual es una planta anual o perenne y a la etapa del ciclo de crecimiento individual de la planta. Las plantas perennes, especialmente las pequeñas plantas con flores, crecen y florecen durante la primavera y el verano, y mueren cada otoño e invierno y, a continuación, vuelven en la primavera a partir de su rizoma. Típicamente, las plantas anuales germinarán, florecerán y morirán en el periodo de un año, a menos que se prevenga que pongan semillas. Algunas plantas sin semillas pueden considerarse también como anuales, incluso si no florecen. El ciclo de vida de una planta individual varía y depende del punto en la estación de crecimiento, así como del tipo de especie y la variedad de planta.

Finalmente, el procedimiento determina la necesidad de agua para la planta individual (etapa 1110) en base a la especie y variedad de planta identificadas, así como la etapa de crecimiento determinada y el ciclo de vida de la planta individual, terminándose, a continuación, el procedimiento.

Ahora, con referencia a la Figura 12, se representa un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para identificar las condiciones actuales según una realización ilustrativa. El procedimiento en la Figura 12 puede ser implementado mediante la base de conocimientos hortícola 424 en el controlador 402 de máquina en la Figura 4 solo y/o en conjunción con el uso del sistema 418 de sensores en la Figura 4.

El procedimiento comienza obteniendo información de pronóstico meteorológico y solar (etapa 1202). La información de pronóstico meteorológico y solar puede obtenerse accediendo a una base de datos, tal como el pronóstico 606 meteorológico y solar en la Figura 6, o accediendo a un informe meteorológico actual usando la base de conocimientos 704 en línea en la Figura 7. A continuación, el procedimiento identifica las normas de agua actuales (etapa 1204). Las normas de agua actuales pueden obtenerse accediendo a una base de datos, tal como las normas 614 de agua en las normas 604 de tareas hortícolas de la Figura 6, o accediendo a un sistema de normas de agua en línea usando la base de conocimientos 704 en línea en la Figura 7.

A continuación, el procedimiento determina si la etapa de crecimiento observado de la planta es similar a la etapa de crecimiento esperado de la planta (etapa 1206). La etapa de crecimiento observado de la planta puede ser detectada usando un sistema de sensores, tal como el sistema 900 de sensores en la Figura 9. La información acerca de la etapa de crecimiento observado de la planta puede ser accedida en tiempo real con el sistema de sensores, o puede ser almacenada en una base de conocimientos adquiridos, tal como la base de conocimientos adquiridos 706 en la Figura 7. La información puede compararse con una base de datos fija de etapas de crecimiento esperado, tal como las etapas 716 de crecimiento en la Figura 7 para determinar si la etapa de crecimiento observado es similar una etapa de crecimiento esperado. Si la etapa de crecimiento observado difiere de la etapa de crecimiento esperado, el procedimiento ajusta el cálculo de necesidad de agua en consecuencia (etapa 1208). Por ejemplo, si la planta es una planta de floración que requiere más agua una vez que la planta ha florecido, la etapa de crecimiento esperado indica que debería haber una flor presente en esta etapa de desarrollo de la planta particular, pero la etapa de crecimiento observada indica que la planta no ha florecido todavía, el ajuste puede reducir el cálculo de la necesidad de agua. Una vez realizado el ajuste, el procedimiento pasa a la etapa 1210.

Si la etapa de crecimiento observado es similar a la etapa de crecimiento esperado, a continuación, el procedimiento determina si el uso de agua real observado es similar a la necesidad de agua esperada (etapa

1210). El uso de agua real observada puede ser detectado usando un sistema de sensores, tal como el sistema 900 de sensores en la Figura 9. La información acerca del uso real observado de agua puede ser accedida en tiempo real con el sistema de sensores, o puede ser almacenada en una base de conocimientos adquiridos, tal como la base de conocimientos adquiridos 706 en la Figura 7.

5 La información puede ser comparada con una base de datos fija de necesidades esperadas de agua, tales como las necesidades 714 de agua en la Figura 7 para determinar si el uso real observado de agua es similar a una necesidad esperada de agua de una planta individual. Si el uso real observado de agua difiere de la necesidad esperada de agua, el procedimiento ajusta el cálculo de necesidad de agua en consecuencia (etapa 1212). Una vez realizado el ajuste, el procedimiento pasa a la etapa 1214.

10 Si el uso real observado de agua es similar a la necesidad esperada de agua, a continuación, el procedimiento detecta la humedad del suelo usando un sistema de sensores (etapa 1214), tal como el sistema 900 de sensores en la Figura 9. A continuación, el procedimiento determina si la humedad detectada del suelo es similar al modelo de humedad del suelo (etapa 1216). El modelo de humedad del suelo contiene las condiciones ideales de humedad del suelo para una planta individual. La humedad del suelo puede detectarse usando un sensor, tal como el sensor 906 de humedad del suelo en la Figura 9. Los datos de humedad del suelo pueden ser comparados con un modelo de humedad del suelo, tal como el modelo 608 de humedad de suelo en la Figura 6, para determinar si la humedad detectada del suelo es similar al modelo de humedad del suelo para una planta individual.

15 Si la humedad detectada del suelo difiere del modelo de humedad del suelo, el procedimiento ajusta el cálculo de las necesidades de agua en consecuencia (etapa 1218). Una vez realizado el ajuste, el procedimiento pasa a la etapa 1220.

20 Si la humedad detectada del suelo es similar al modelo de humedad del suelo, a continuación, el procedimiento calcula una receta por planta (etapa 1220), terminando, a continuación, el procedimiento.

Ahora, con referencia a la Figura 13, se representa un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de riego de una pluralidad de plantas según una realización ilustrativa. El procedimiento en la Figura 13 puede ser implementado mediante el software 430 de control en el controlador 402 de máquina en la Figura 4.

25 El procedimiento comienza con la recepción de una solicitud de riego (etapa 1302). La solicitud puede ser recibida desde un operario, tal como un administrador de jardín, por ejemplo, o desde una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1. El procedimiento recibe una receta por planta (etapa 1304). La receta por planta puede ser recibida desde una base de conocimientos, tal como la base de conocimientos hortícola 424 en la Figura 4, o desde una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1. A continuación, el procedimiento selecciona una fuente de agua (etapa 1306) y controla el movimiento del vehículo utilitario móvil a la fuente de agua seleccionada (etapa 1308).

30 A continuación, el procedimiento obtiene el agua de la fuente de agua (etapa 1310). El procedimiento controla el movimiento del vehículo utilitario móvil a cada planta (etapa 1312) en la pluralidad de plantas, tal como la pluralidad de plantas 110 en la Figura 1. A continuación, el procedimiento mide in situ los parámetros de cada planta (etapa 1314). Los parámetros in situ incluyen, sin limitación, la humedad del suelo, el estrés visible de la planta, el uso real del agua, la etapa de crecimiento de la planta y similares. Los parámetros in situ pueden medirse usando un sistema de sensores, tal como el sistema 900 de sensores en la Figura 9. El procedimiento determina si la receta por planta es precisa o no para cada planta en base a los parámetros in situ (etapa 1316).

35 Por ejemplo, en una realización ilustrativa, la precisión puede ser determinada comparando la etapa esperada de crecimiento de una planta con la etapa observada de crecimiento de una planta para determinar si la receta de riego actual cumple la condición observada actual de la planta particular. En otra realización ilustrativa, la precisión puede ser determinada comparando el ciclo de vida previsto de una planta con el ciclo de vida observado de una planta para determinar si la receta de riego actual cumple con el ciclo de vida actual observado de la planta particular. En este ejemplo, si el ciclo de vida esperado es perenne, una planta que crece y florece durante la primavera y el verano y se espera que muera cada otoño e invierno, pero el ciclo de vida observado indica que la planta está muerta y las condiciones operativas actuales indican que es verano, la receta de riego puede ser inexacta ya que la planta ya no tiene necesidad de agua en base a la muerte observada de la planta. Estos ejemplos se proporcionan meramente para ilustrar cómo pueden realizarse diferentes determinaciones con el fin de

40 determinar una precisión de una receta por planta y no pretenden limitar, en modo alguno, las diferentes implementaciones de la invención. Pueden usarse una serie de implementaciones diferentes con el fin de determinar si la receta por planta es exacta o no para una planta determinada.

45

50

Si la receta por planta no es exacta para una planta individual en base a los parámetros in situ, el procedimiento ajusta la receta por planta en consecuencia (etapa 1318) y aplica agua (etapa 1320). Si la receta por planta es

exacta para una planta individual en base a los parámetros in situ, el procedimiento pasa directamente a la etapa 1320. Tal como se usa en la presente memoria, el “agua” se refiere al agua y/u otras sustancias que pueden ser aplicadas a las plantas. Las otras sustancias pueden ser, por ejemplo, sin limitación, fertilizante, herbicida, insecticida, fungicida, alimento para plantas y similares.

- 5 A continuación, el procedimiento determina si hay más plantas en la pluralidad de plantas para ser regadas (etapa 1322). Si hay más plantas para regar, el procedimiento vuelve a la etapa 1312. Si no hay más plantas para regar, el procedimiento termina.

Ahora, con referencia a la Figura 14, se representa un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de selección de una fuente de agua según una realización ilustrativa. El procedimiento en la Figura 14 puede ser implementado mediante el software 430 de control en el controlador 402 de máquina en la Figura 4.

10 El procedimiento comienza con la recepción de una solicitud de riego (etapa 1402). La solicitud puede ser recibida desde un operario, tal como un administrador de jardín, por ejemplo, o desde una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1. El procedimiento recibe una receta por planta (etapa 1304). La receta por planta puede ser recibida desde una base de conocimientos, tal como la base de conocimientos hortícola 424 en la Figura 4, o desde una ubicación remota, tal como la ubicación 106 remota en la Figura 1.

A continuación, el procedimiento identifica una serie de fuentes de agua asociadas con la receta por planta (etapa 1406), tales como las fuentes 108 de agua en la Figura 1. En una realización ilustrativa, las fuentes de agua asociadas con una receta por planta pueden hacer referencia a una o más fuentes de agua que contienen la sustancia o sustancias necesarias para cumplir la receta por planta. A continuación, el procedimiento identifica una fuente de agua preferida en la serie de fuentes de agua (etapa 1408). Una fuente de agua preferida puede ser determinada en una serie de maneras. En una realización ilustrativa, el procedimiento puede revisar la normativa vigente de agua para determinar si las fuentes de agua municipales son accesibles o están restringidas para la fecha y hora para las que se solicita el riego. Las fuentes municipales de agua pueden ser la fuente de agua preferida, si están disponibles, debido a los menores costos y a la proximidad, por ejemplo. Si las fuentes de agua municipales no están disponibles, por ejemplo, debido a restricciones o escasez de agua, entonces el procedimiento puede verificar los niveles de agua de otras fuentes de agua. Por ejemplo, el procedimiento puede acceder a la base 612 de niveles de fuentes de agua en la Figura 6 para determinar los niveles de las diferentes fuentes de agua.

20 En otro ejemplo ilustrativo, el procedimiento puede comprobar el pronóstico 606 meteorológico y solar en la Figura 6 y puede determinar que las lluvias recientes pueden indicar que es probable que el barril 114 de agua de lluvia en la Figura 1 tenga un nivel alto. Otros factores para la determinación de una fuente de agua preferida pueden incluir, sin limitación, la proximidad y el pronóstico, por ejemplo.

25 El procedimiento selecciona la fuente de agua preferida (etapa 1410), terminándose, a continuación, el procedimiento. El procedimiento ilustrativo en la Figura 14 no pretende imponer limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en la que pueden implementarse las diferentes realizaciones ventajosas. Pueden usarse otras etapas, además de o en lugar de las ilustradas. Algunas etapas pueden ser innecesarias en algunas realizaciones ventajosas. Por ejemplo, en algunas realizaciones ventajosas puede preseleccionarse una fuente de agua preferida.

Ahora, con referencia a la Figura 15, se representa un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de obtención de agua en una fuente de agua según una realización ilustrativa. El procedimiento en la Figura 15 puede ser implementado mediante el software 430 de control en el controlador 402 de máquina en la Figura 4.

35 El procedimiento comienza acoplando un vehículo utilitario móvil a una fuente de agua (etapa 1502). El procedimiento envía la información de identificación a la fuente de agua (etapa 1504). A continuación, el procedimiento determina si la autenticación es recibida o no (etapa 1506) desde un sistema de autenticación en la fuente de agua. Si no se recibe la autenticación, el procedimiento termina.

40 Si se recibe la autenticación, el procedimiento transmite una señal al sistema de llenado de la fuente de agua para enviar el agua (etapa 1508) al vehículo utilitario móvil. El procedimiento supervisa el nivel de agua en el depósito del vehículo utilitario móvil (etapa 1510). A continuación, el procedimiento determina si el nivel de agua en el depósito del vehículo utilitario móvil ha alcanzado un valor umbral (etapa 1512). Si no se ha alcanzado el valor umbral, el procedimiento vuelve a la etapa 1510.

Si el nivel de agua ha alcanzado un valor umbral en el depósito del vehículo utilitario móvil, el procedimiento transmite una señal al sistema de llenado de la fuente de agua para terminar el llenado (etapa 1514). A continuación, el procedimiento desacopla el vehículo utilitario móvil de la fuente de agua (etapa 1516),

terminándose, a continuación, el procedimiento.

Ahora, con referencia a la Figura 16, se representa un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para liberar agua desde una fuente de agua según una realización ilustrativa. El procedimiento en la Figura 16 puede ser implementado mediante el sistema 502 de liberación de agua en la Figura 5.

- 5 El procedimiento comienza con la recepción de información de identificación desde un vehículo utilitario móvil (etapa 1602), tal como el vehículo 400 utilitario móvil en la Figura 4. El procedimiento determina si el vehículo utilitario móvil está autorizado o no para usar la fuente de agua (etapa 1604), tal como la fuente 500 de agua en la Figura 5, por ejemplo. Si el vehículo utilitario móvil no está autorizado para usar la fuente de agua, el procedimiento termina.
- 10 Si el vehículo utilitario móvil está autorizado para usar la fuente de agua, el procedimiento envía la autenticación al vehículo utilitario móvil (etapa 1606). A continuación, el procedimiento recibe una señal desde el vehículo utilitario móvil para enviar agua al depósito del vehículo utilitario móvil (etapa 1608). El procedimiento activa un sistema de llenado (etapa 1610) de la fuente de agua, tal como el sistema 512 de llenado en la Figura 5. A continuación, el procedimiento recibe una señal para terminar el llenado (etapa 1612). El procedimiento detiene el sistema de llenado (etapa 1614), terminándose, a continuación, el procedimiento.
- 15

Los diagramas de flujo y diagramas de bloques en las diferentes realizaciones representadas ilustran la arquitectura, la funcionalidad y el funcionamiento de algunas implementaciones posibles de los aparatos, procedimientos y productos de programas informáticos. En este sentido, cada bloque en los diagramas de flujo o de bloques puede representar un módulo, segmento o parte de código de programa informático utilizable o legible por un ordenador, que comprende una o más instrucciones ejecutables para implementar la función o funciones especificadas. En algunas implementaciones alternativas, la función o funciones indicadas en el bloque pueden realizarse en un orden diferente al orden indicado en las figuras. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques mostrados, uno detrás del otro, pueden ser ejecutados de manera substancialmente simultánea o, a veces, los bloques pueden ser ejecutados en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad implicada.

- 25 Las realizaciones ilustrativas reconocen una necesidad de gestionar el uso de recursos en tiempos de escasez o por preocupaciones medioambientales más generales. En particular, las realizaciones ilustrativas reconocen una necesidad de gestionar el agua aplicada a patios y jardines. En una realización ventajosa, estos procedimientos permiten una utilidad máxima del agua disponible para una pluralidad de plantas.

- 30 Las realizaciones ilustrativas reconocen que aunque los procedimientos actuales proporcionan normas de agua para las personas individuales, de manera que las personas individuales puedan gestionar el uso del agua en los patios y jardines, los procedimientos actuales requieren cálculos humanos y un análisis de costo-beneficio para determinar la cantidad de agua a aplicar a una o más plantas en un patio o jardín. Adicionalmente, los procedimientos actuales sólo permiten un intervalo limitado de riego automatizado para patios y jardines, pero no permiten el riego móvil a través de patios y jardines sin la intervención humana.

- 35 Por lo tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan un procedimiento implementado por ordenador y un sistema para determinar las necesidades de recursos individuales para cada planta en una pluralidad de plantas. Las condiciones actuales se identifican mediante un sistema de sensores. Una pluralidad de recetas por planta, calculadas para la pluralidad de plantas usando las necesidades de recursos individuales y las condiciones actuales. Un recurso es obtenido desde una fuente de recurso seleccionada en una serie de fuentes de recursos. El recurso es almacenado en un vehículo utilitario móvil y es aplicado desde el vehículo utilitario móvil a cada planta en la pluralidad de plantas según la pluralidad de recetas por planta.
- 40

La descripción de las diferentes realizaciones ventajosas se ha presentado con propósitos ilustrativos y descriptivos, y no pretende ser exhaustiva o estar limitada a las realizaciones en la forma descrita. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para las personas con conocimientos ordinarios en la materia. Además, diferentes realizaciones pueden proporcionar diferentes ventajas en comparación con otras realizaciones. La realización o realizaciones seleccionadas se han elegido y descrito con el fin de explicar lo mejor posible los principios de la invención, la aplicación práctica y permitir a otras personas con conocimientos ordinarios en la materia comprender la invención para diversas realizaciones con diversas modificaciones según son adecuadas para el uso particular contemplado.

50

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para gestionar el uso de recursos, en el que el procedimiento comprende:

- identificar las necesidades de recursos para cada planta (126, 128, 130) en una pluralidad de plantas (110) para formar las necesidades de recursos individuales;

5 - identificar las condiciones en un entorno en el que están ubicadas la pluralidad de plantas (110) usando un sistema (112, 418, 900) de sensores para formar las condiciones actuales;

10 - calcular una pluralidad de recetas (444, 734, 800) por planta para la pluralidad de plantas (110) usando las necesidades de recursos individuales y las condiciones actuales mediante la determinación de si una etapa (728) observada de crecimiento de una planta (126, 128, 130) individual es similar a una etapa (716) esperada de crecimiento de la planta (126, 128, 130) individual, y ajustando una cantidad de recurso en base a la etapa (728) observada de crecimiento como respuesta a una diferencia entre la etapa (728) observada de crecimiento de la planta (126, 128, 130) y la etapa (716) esperada de crecimiento de la planta (126, 128, 130); y

15 - dispensar un vehículo (104, 400) utilitario móvil a cada planta (126, 128, 130) en la pluralidad de plantas (110) para aplicar automáticamente un recurso a cada planta (126, 128, 130) según cada receta (444, 734, 800) por planta.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la identificación de las necesidades de recursos para cada planta (126, 128, 130) en la pluralidad de plantas (110) utiliza una base de conocimientos (424, 602, 700) para identificar, para cada planta (126, 128, 130), al menos uno de entre una especie (710) de planta, una variedad (712) de planta, una etapa (716) de crecimiento y un ciclo de vida (718).

3. Procedimiento según la reivindicación 2, que comprende además:

determinar una necesidad de recursos para cada planta (126, 128, 130) en base a al menos una de las especies (710) de planta, la variedad (712) de planta, la etapa (716) de crecimiento y el ciclo de vida (718) de cada planta (126, 128, 130).

25 4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la identificación de las condiciones actuales comprende además:

obtener un pronóstico meteorológico y solar (606) actual.

5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la identificación de las condiciones actuales comprende además:

30 identificar las normas de recursos actuales, en el que las normas de recursos actuales incluyen normas (614) de agua actuales y en el que las normas (614) de agua actuales incluyen al menos uno de entre una cantidad de agua accesible actualmente, información de escasez de agua local e información de restricción de agua local.

35 6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el cálculo de la pluralidad de recetas (444, 734, 800) por planta para la pluralidad de plantas (110) usando las necesidades de recursos individuales y las condiciones actuales comprende además:

repartir el uso de recursos según una función (428) de utilidad con el fin de maximizar los beneficios y minimizar los costos según un conjunto de restricciones.

40 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que el reparto del uso de recursos según la función (428) de utilidad comprende además:

determinar una cantidad de recursos en base a las necesidades de recursos individuales;

ajustar la cantidad de recursos en base a las condiciones actuales; y

calcular una receta (444, 734, 800) por planta en la pluralidad de recetas (444, 734, 800) por planta que es distinta de las necesidades de recursos individuales.

45 8. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el cálculo de la pluralidad de recetas (444, 734, 800) por planta para la pluralidad de plantas (110) usando las necesidades de recursos individuales y las condiciones

actuales comprende además:

detectar datos de humedad del suelo asociados con la pluralidad de plantas (110);

analizar los datos de humedad del suelo usando un modelo (608) de humedad del suelo;

5 determinar si los datos de la humedad del suelo son similares al modelo de humedad del suelo (608) para la pluralidad de plantas (110); y

en respuesta a una diferencia entre los datos de humedad del suelo y el modelo de humedad del suelo (608), ajustar una cantidad de recursos en base a los datos de humedad del suelo y actualizando una base de conocimientos (424, 602, 700) con los datos de humedad del suelo.

10 9. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el cálculo de la pluralidad de recetas (444, 734, 800) por planta para la pluralidad de plantas (110) usando las necesidades de recursos individuales y las condiciones actuales comprenden además:

15 determinar si un uso (732) real observado de los recursos de una planta (126, 128, 130) individual es similar o no a una necesidad (714) esperada de recursos de la planta (126, 128, 130) individual, en el que el uso (732) real observado de recursos de la planta (126, 128, 130) individual incluye información recibida desde el pronóstico meteorológico y solar (606) y la información recibida de los datos de humedad del suelo, y

en respuesta a una diferencia entre el uso (732) real observado de recursos de la planta (126, 128, 130) individual y la necesidad esperada de recursos (714) de la planta (126, 128, 130) individual, ajustar una cantidad de recursos en base al uso real observado de recursos (732).

20 10. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de recetas (444, 734, 800) por planta para la pluralidad de plantas (110) están dirigidas a zonas (132) individuales que contienen la pluralidad de plantas (110), en el que cada receta (444, 734, 800) por planta en la pluralidad de las recetas (444, 734, 800) por planta está asociada con una zona (132) individual que contiene la pluralidad de plantas (110).

25 11. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de recetas (444, 734, 800) por planta para la pluralidad de plantas (110) están dirigidas a plantas (126, 128, 130) individuales en la pluralidad de plantas (110), en el que cada receta (444, 734, 800) por planta en la pluralidad de recetas (444, 734, 800) por planta está asociada con una planta (126, 128, 130) individual en la pluralidad de plantas (110).

12. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

30 dispensar el vehículo (104, 400) utilitario móvil a una fuente (114, 116, 118, 120, 122, 124) de recursos seleccionada de entre una serie de fuentes (108) de recursos, en el que el recurso seleccionado se selecciona en base a la información desde al menos una base de datos; y

transferir el recurso desde la fuente (114, 116, 118, 120, 122, 124) de recursos seleccionada a una unidad (416) de almacenamiento de recursos del vehículo (104, 400) utilitario móvil.

13. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que para aplicar automáticamente el recurso a la pluralidad de plantas (110) según la receta (444, 734, 800) por planta comprende además:

35 dispensar el vehículo (104, 400) utilitario móvil a una zona (132) que contiene la pluralidad de plantas (110); y

transferir los recursos desde la unidad (416) de almacenamiento de recursos a la pluralidad de plantas (110).

14. Un sistema para gestionar el uso de recursos, en el que el sistema comprende:

40 una base de conocimientos (424, 602, 700) que tiene información almacenada acerca de una pluralidad de plantas (110) que incluye una base (702) de conocimientos fija y una base (706) de conocimientos adquiridos en el que dicha base (702) de conocimientos fija contiene información estática (708, 710, 712, 714, 716, 718, 720, 722, 724, 726) acerca del entorno operativo de al menos un vehículo (104, 400) utilitario móvil y dicha base (706) de conocimientos adquiridos incluye información adquirida acerca del estado (728) de crecimiento observado de las plantas, los datos (730) visuales de estrés de las plantas, y el uso (732) real observado del agua recopilados por un sistema (112, 418, 900) de sensores;

45 un sistema (420) de comunicación para acceder a la base de conocimientos (424, 602, 700);

una función (428) de utilidad para calcular una receta (444, 734, 800) por planta para una pluralidad (110) de

plantas usando dicha información adquirida a partir de la etapa (728) de crecimiento real observado, datos (730) visuales de estrés de las plantas, y el uso (732) real observado del agua y dicha información (708, 710, 712, 714, 716, 718, 720, 722, 724, 726) estática de la base (702) de conocimientos fija; y

5 un controlador (402) de máquina para controlar el movimiento de dicho al menos un vehículo (104, 400) utilitario móvil y la adquisición y aplicación de agua por dicho al menos un vehículo (104, 400) utilitario móvil para ejecutar la receta (444, 734, 800) para cada planta.

10 15. Sistema según la reivindicación 14, en el que la información almacenada acerca de la pluralidad de plantas (110) comprende al menos una información acerca de un entorno operativo, las especies (710) de plantas y variedades ubicadas en el entorno operativo, la información acerca de las necesidades (714) de recursos, etapas (716) de crecimiento y ciclos de vida (718) de las especies (710) de plantas y las variedades ubicadas en el entorno operativo, la meteorología actual para el entorno operativo, historial meteorológico en el entorno operativo, las condiciones actuales del entorno operativo, un modelo (608) de la humedad del suelo, las características ambientales específicas del entorno operativo que afectan al vehículo móvil (104, 400) utilitario móvil, una serie de restricciones, normas (604) de recursos para el entorno operativo, información (610) de autenticación de la fuente de recursos, información de identificación de fuentes de recursos e información (612) del nivel de la fuente de recursos.

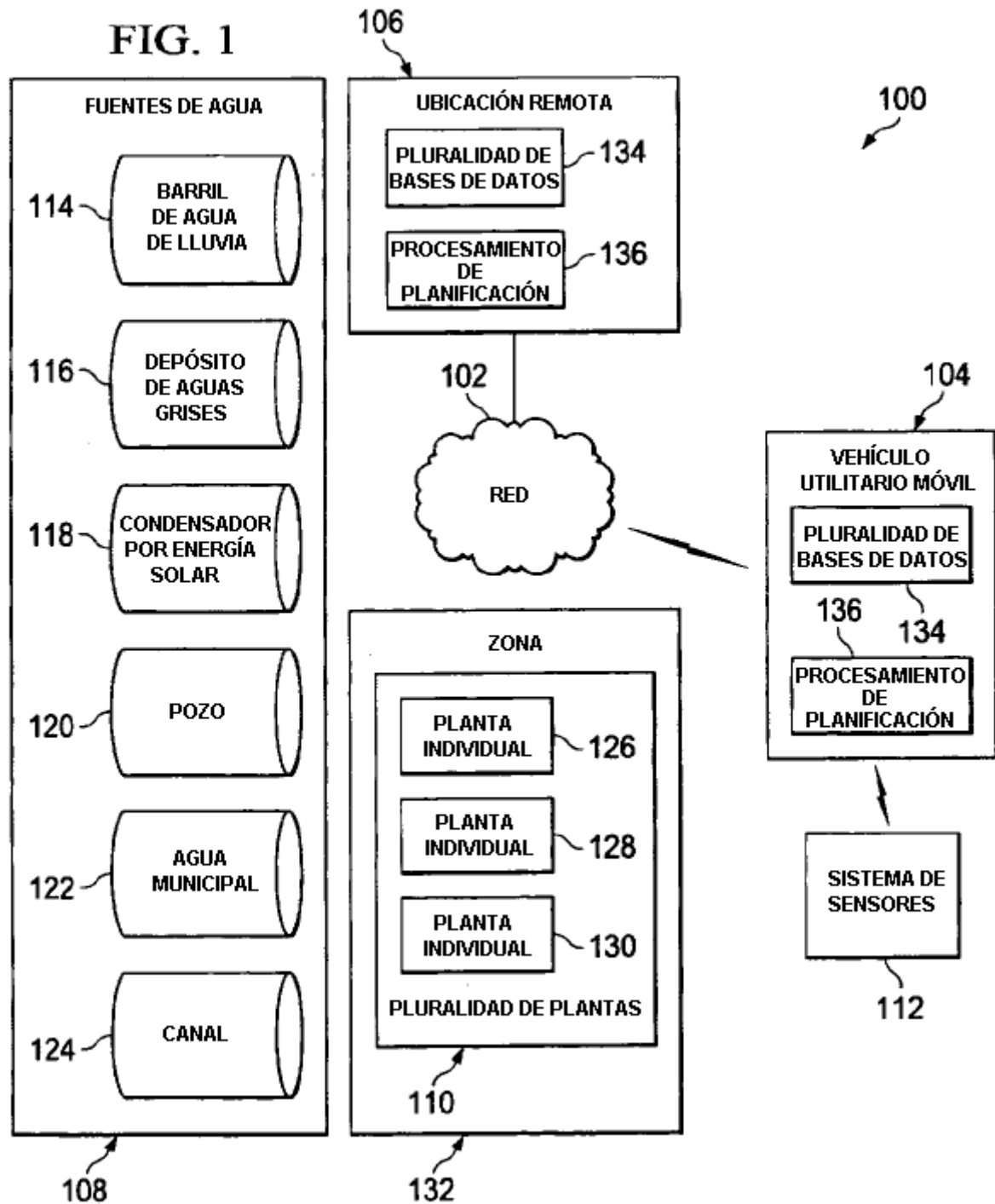
16. Sistema según la reivindicación 14, en el que el sistema (420) de comunicación recibe además información actual que comprende al menos uno de entre la humedad del suelo, la precipitación, la temperatura, el viento, la luz ambiental, la etapa observada de crecimiento, la salud de las plantas y el uso real observado de los recursos.

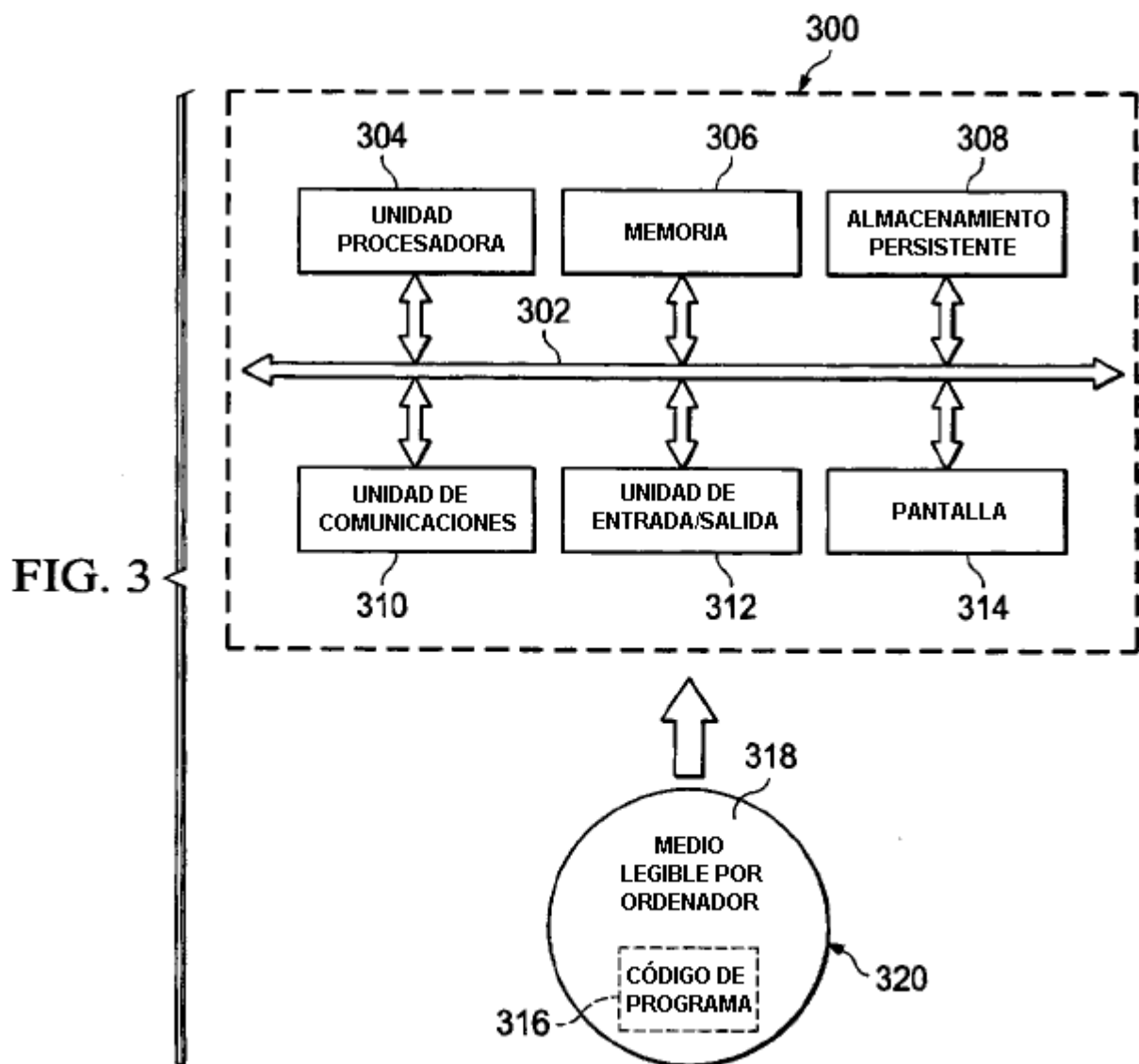
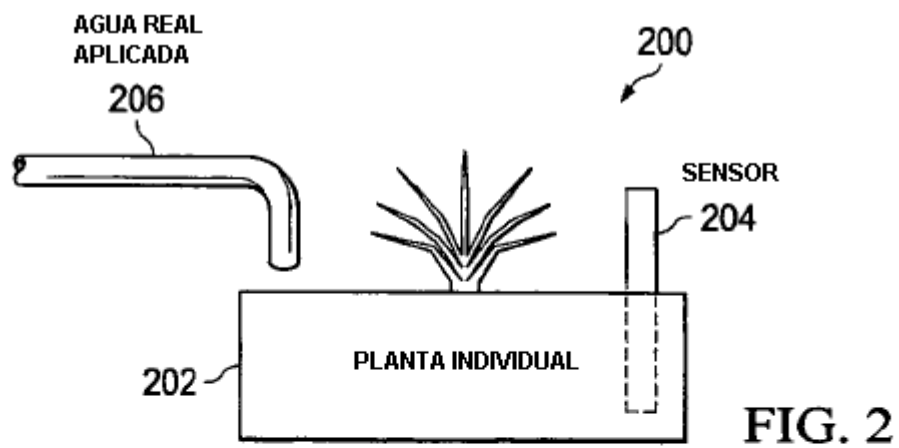
20 17. Sistema según la reivindicación 14, en el que la función (428) de utilidad usa la serie de restricciones para determinar la receta (444, 734, 800) por planta en base a al menos uno de entre un valor de aplicación de un recurso a una planta (126, 128, 130), un coste de aplicar el recurso a la planta (126, 128, 130) y las normas actuales de los recursos.

25 18. Sistema según la reivindicación 14, en el que el controlador (402) de máquina está situado en el al menos un vehículo (104, 400) utilitario móvil.

19. Sistema según la reivindicación 14, en el que el controlador de máquina está situado a una distancia desde el al menos un vehículo (104, 400) utilitario móvil y usa el sistema de comunicaciones para enviar comandos a el al menos un vehículo (104, 400) utilitario móvil.

FIG. 1





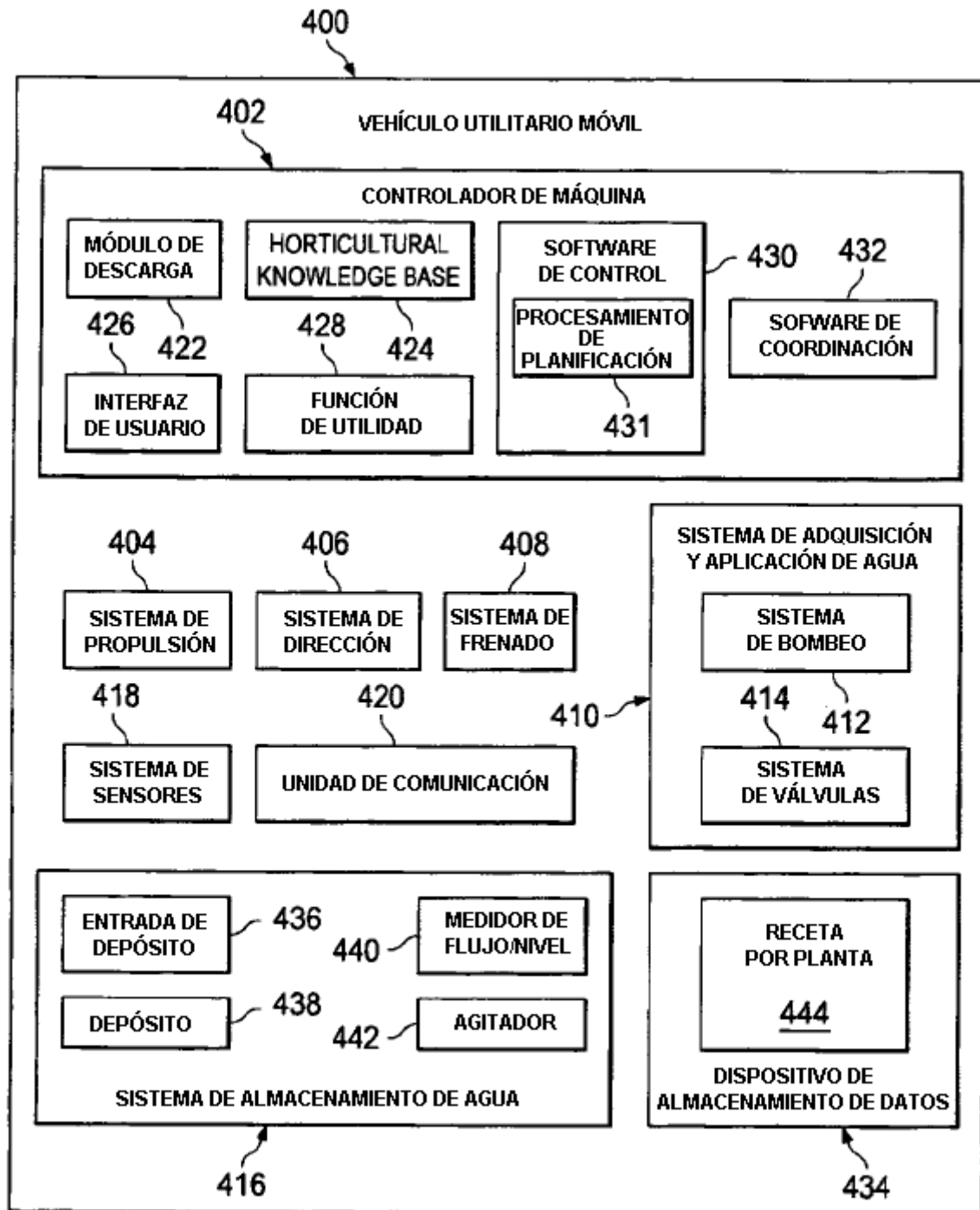


FIG. 4

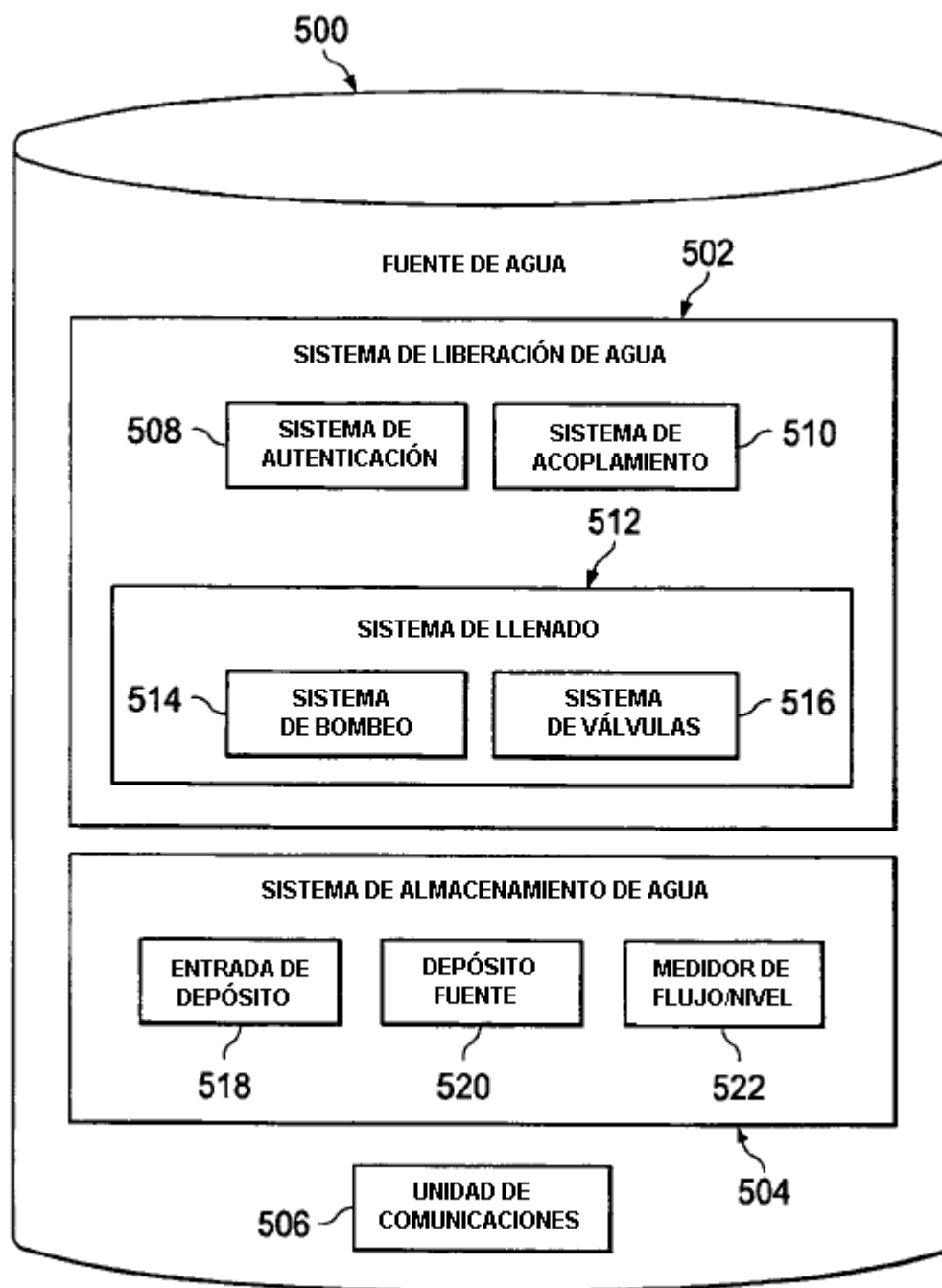


FIG. 5

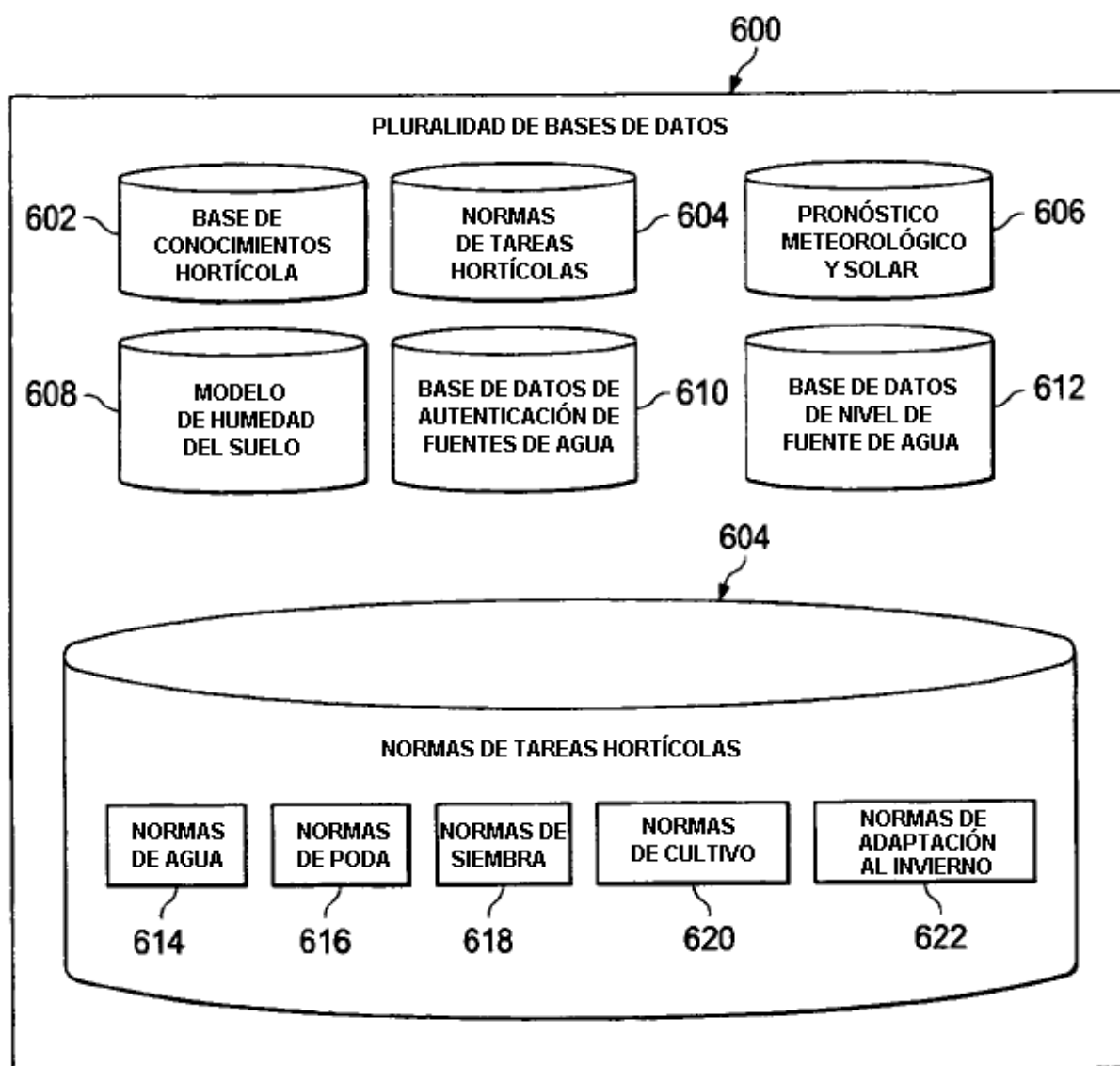


FIG. 6

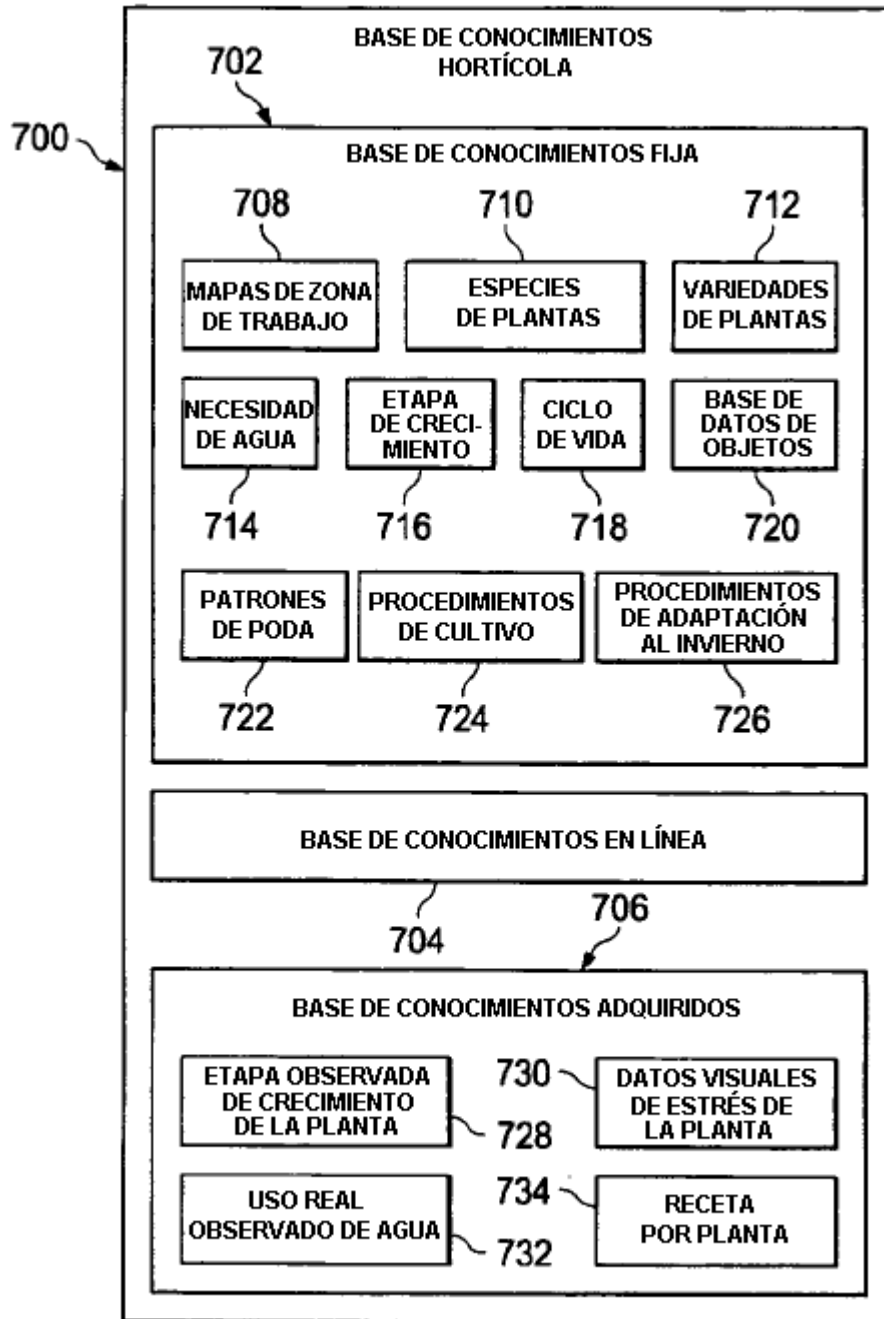


FIG. 7

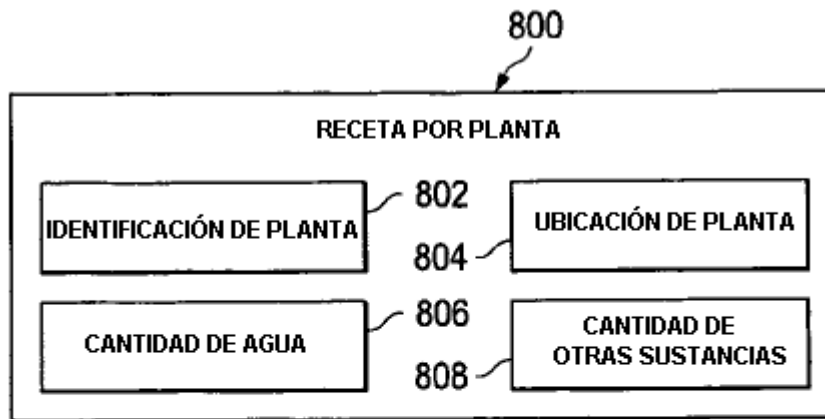


FIG. 8

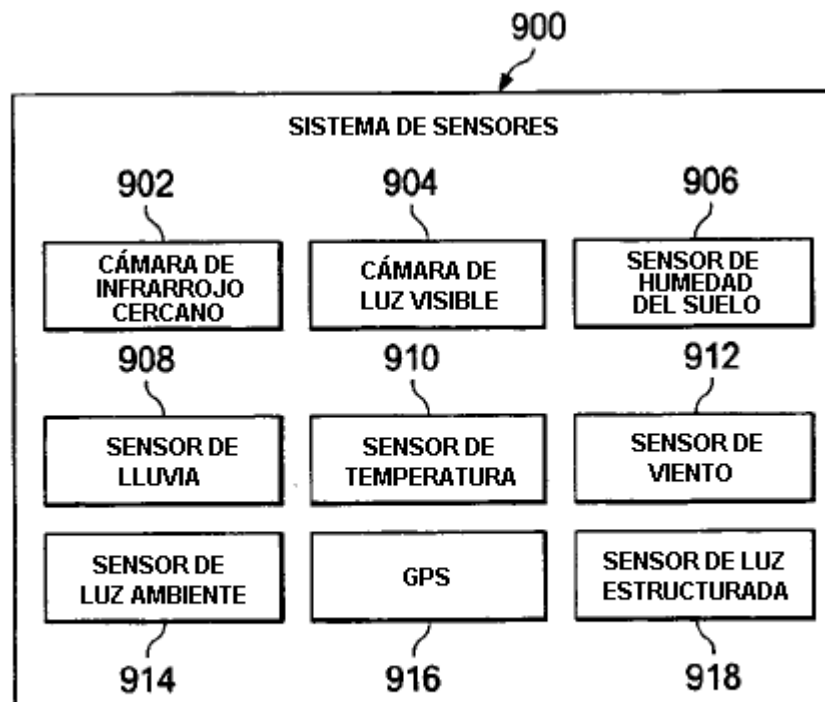


FIG. 9



FIG. 10

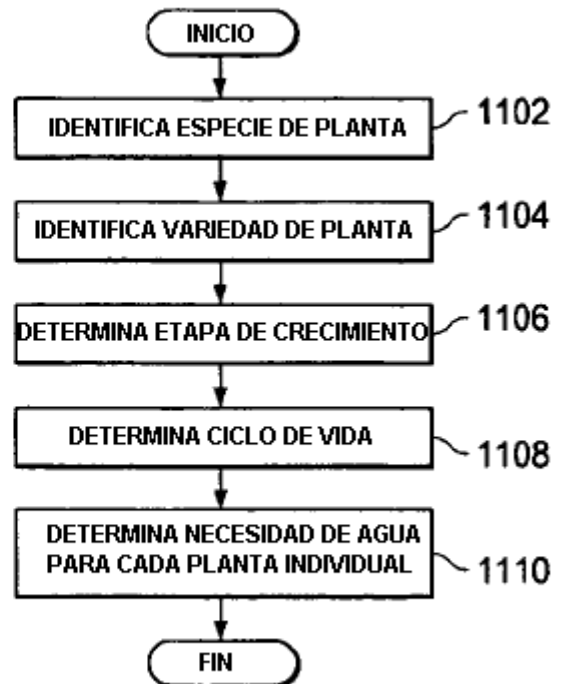


FIG. 11

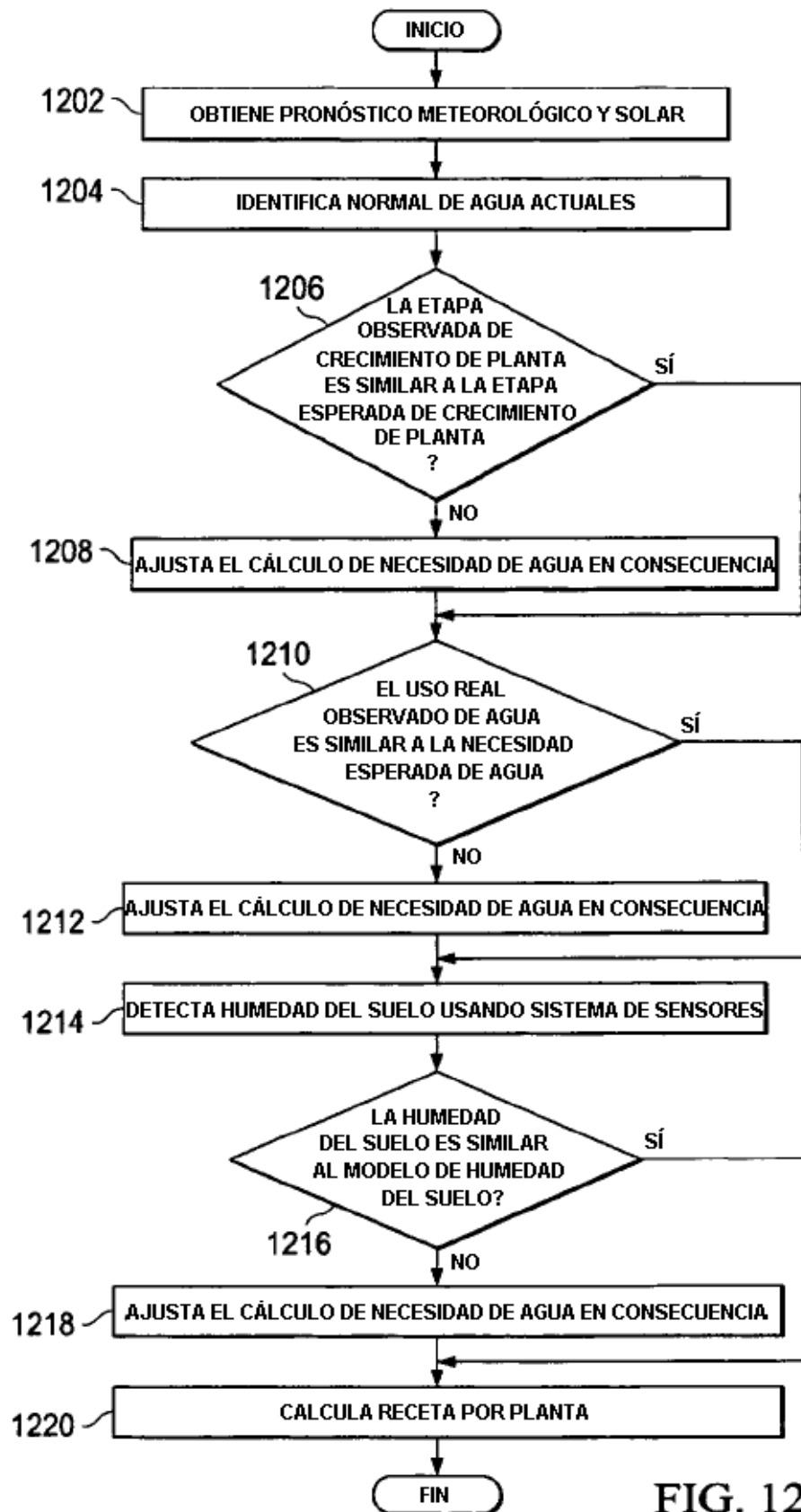


FIG. 12

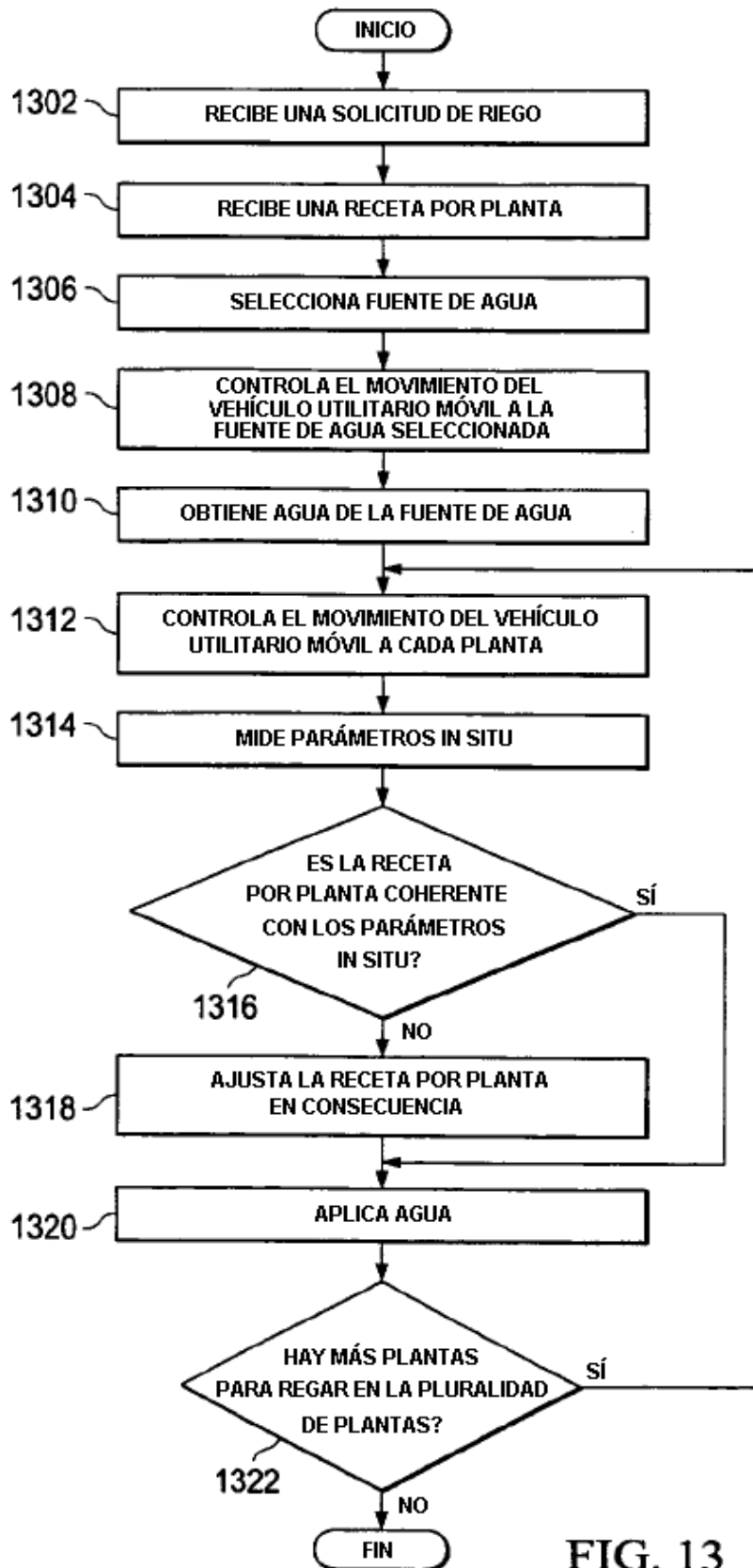


FIG. 13



FIG. 14

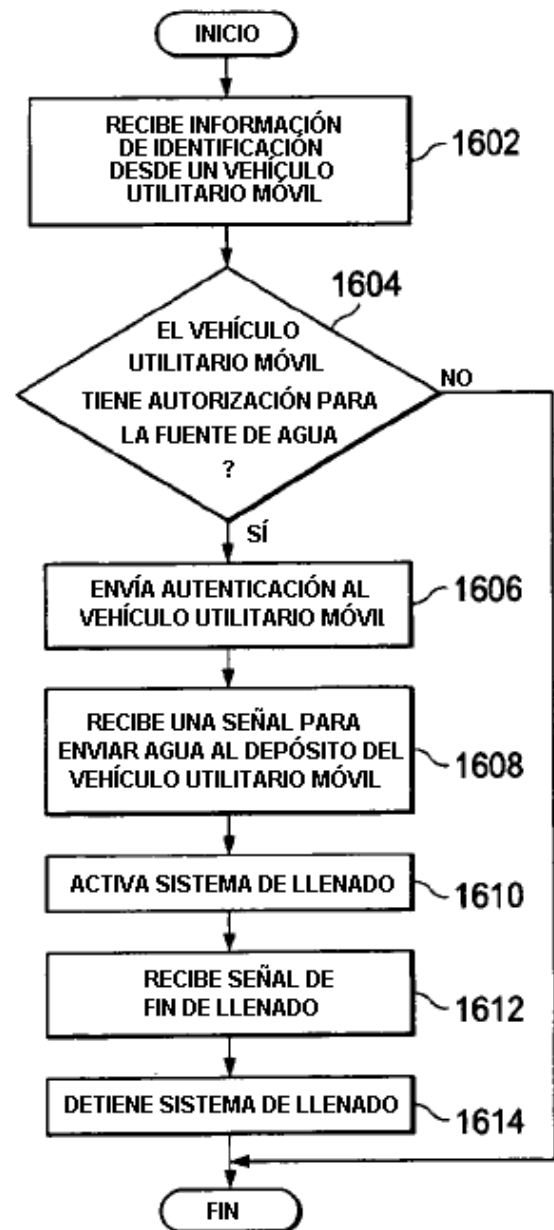


FIG. 16

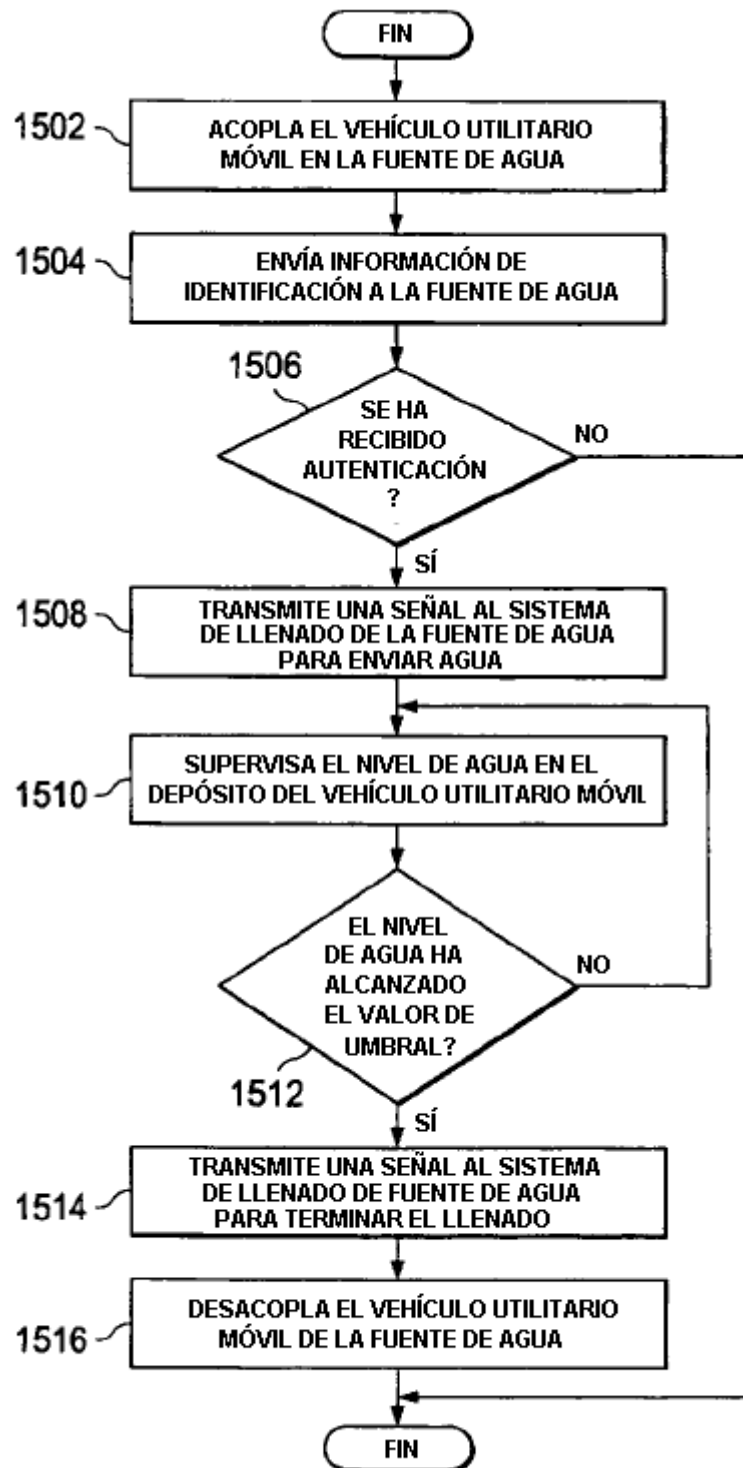


FIG. 15