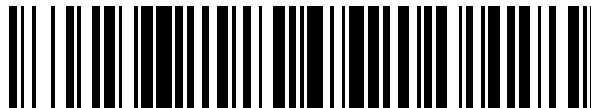


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 447 832**

51 Int. Cl.:

A01G 25/00 (2006.01)

A01G 25/16 (2006.01)

A01G 27/00 (2006.01)

B01D 5/00 (2006.01)

E03B 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2011 E 11170005 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2013 EP 2397030**

54 Título: **Sistema y método de riego utilizando el agua atmosférica**

30 Prioridad:

17.06.2010 US 817638

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

13.03.2014

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 2 447 832 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 de riego utilizando el agua atmosférica

5 La presente solicitud se relaciona con la Solicitud de Patente de los Estados Unidos No. de serie 12/427.043 pendiente de titularidad compartida (Expediente del representante No. 18641-US) titulada "Sistema y método para la gestión del uso de recursos"; la Solicitud de Patente de los Estados Unidos No de serie 12/427.059 (Expediente del representante No. 18643-US) titulada "Base de datos hortícola para la gestión de patios y jardines"; la Solicitud de Patente de los Estados Unidos No. de serie 12/427.076 (Expediente del representante No. 18955-US) titulada "Gestión del uso de recursos"; la Solicitud de Patente de los Estados Unidos No. de serie 12/427.065 (Expediente del representante No. 18419-US) titulada "Unidad robótica de riego".

10 La invención divulgada y reivindicada en la presente se refiere generalmente a irrigar o suministrar agua a plantas, en donde el agua se obtiene mediante la condensación de vapor de agua del aire en la atmósfera. Más particularmente, la invención se refiere a un sistema y método del tipo anterior, en donde las actividades de irrigación y condensación de agua ocurren a intervalos de tiempo óptimos predeterminados.

15 El creciente consumo de agua por parte de comunidades humanas y actividades agrícolas requiere el desarrollo de nuevas fuentes de agua dulce y sistemas para irrigar el agua de manera eficiente. Una fuente de agua dulce sin explotar es el agua que existe en el aire, en forma de vapor de agua. Esta agua puede condensarse del aire llevando la temperatura de una superficie sólida por debajo de la temperatura de punto de rocío actual, es decir, la temperatura a la cual la humedad alcanza 100 por ciento y el aire se satura con vapor de agua.

20 Una cantidad de empresas están actualmente ofreciendo sistemas para condensar agua del aire para el consumo e irrigación. Estas incluyen, por ejemplo, Element Four Technologies Inc. y Air Water International Corporation. En un sistema ejemplar, el aire es forzado a través de un tubo de condensación por medio de un ventilador. En un arreglo convencional, el tubo podría estar rodeado por serpentines de refrigeración. El sistema puede activarse para recoger agua cuando las temperaturas de sub-punto de rocío pueden alcanzarse de manera eficiente, lo cual ocurre típicamente en la mañana, poco antes del amanecer.

25 El documento US-A-5 601 236 describe un aparato que comprende un módulo condensador solar para condensar la humedad de la atmósfera. El módulo condensador consiste en una unidad Peltier o un sistema refrigerante y se opera en base a la temperatura del condensador o refrigerante, así como el punto de rocío y otros parámetros climáticos.

30 A pesar de los méritos de sistemas de la técnica anterior del tipo mencionado, dichos sistemas tienden a ser deficientes en ciertos sentidos, especialmente cuando se utilizan para la irrigación de plantas. Por ejemplo, al programar la operación de un sistema de condensación de la técnica anterior para producir agua para plantas específicas, el proceso de programación típicamente no toma en cuenta la eficiencia de la energía del sistema de condensación o el hecho de que una planta dada puede tener diferentes necesidades de agua en momentos diferentes, en etapas diferentes del crecimiento de la planta. El proceso de programación también puede ignorar la disponibilidad de agua que se condensó previamente y se colocó en almacenamiento, ni considera la humedad del suelo actual o el uso de provisiones que se refieren al clima o evapotranspiración de la planta. Más aun, los sistemas de la técnica anterior típicamente no hacen uso eficiente de la energía disponible y pueden no considerar el nivel de carga de la batería o la disponibilidad de la energía de recarga de la batería al programar operaciones de condensación de agua.

40 A partir del documento EP-A-2 243 353 se conoce un método y sistema implementados por ordenador para determinar las necesidades individuales de agua para plantas. El sistema incluye una unidad condensadora solar, un sistema de sensor para identificar las condiciones actuales, bases de datos que incluyen información sobre plantas individuales así como del ambiente operativo y un vehículo para aplicar agua a las plantas. El agua se aplica a las plantas de acuerdo con reglas de riego calculadas en base a las necesidades de agua y las condiciones actuales.

45 Otro método automatizado para operar un sistema que administra agua a las plantas se describe en el documento US-A-2005/0187665. De acuerdo con este método, los intervalos de riego de las plantas individuales se calculan en base a información hortícola proporcionada por una base de datos e información de humedad del suelo obtenida de un sensor.

50 Como resultado de estas desventajas, la eficiencia en la operación de los sistemas de condensación de la técnica anterior para la irrigación de plantas puede verse significativamente reducida.

55 Las realizaciones de la invención proporcionan un sistema y método para condensar agua del aire atmosférico que es adecuado para la horticultura y cultivos de alto valor. Estas realizaciones mejoran significativamente la eficiencia al producir agua de vapor de agua mediante operaciones de condensación teniendo en cuenta las necesidades de agua de una planta particular y también teniendo en cuenta la disponibilidad de agua anticipada. Las realizaciones pueden utilizarse con plantas individuales o agrupamientos locales de plantas de alto valor, tales como uvas para vinificación, fruta de carozo o almendras y también pueden utilizarse con robots de irrigación y sistemas de irrigación pasivos o de riego por goteo, como se describe más adelante. Sin embargo, la invención no se limita a las mismas.

Una realización de la invención se dirige a un método para administrar agua a una o más plantas de un tipo especificado, en donde cada planta reside al menos parcialmente en una cantidad de suelo y está próxima al aire que contiene vapor de agua. El método comprende operar una unidad condensadora a intervalos óptimos, para condensar cantidades de vapor de agua en forma líquida. El método comprende además almacenar el agua condensada en un depósito, en donde el depósito está conectado a un sistema de irrigación configurado para administrar de manera selectiva agua desde el depósito a cada una de las plantas. El método establece una base de datos que contiene información hortícola, en donde la información hortícola comprende un conjunto de valores que representan la cantidad de agua necesaria para una planta del tipo especificado en diferentes etapas del crecimiento de la planta. El método también incluye generar una o más estimaciones del contenido de humedad de la cantidad de suelo durante un primer período de tiempo especificado. Uno o más intervalos de riego óptimos se computan durante el primer período de tiempo especificado, en donde cada intervalo de riego óptimo se computa, al menos en parte, en función del conjunto de valores contenidos en la base de datos hortícola y también en función de las estimaciones de contenido de humedad. El sistema de irrigación se opera para administrar agua a cada una de las plantas durante cada uno de los intervalos de riego óptimos.

Las características, funciones y ventajas pueden lograrse independientemente en varias realizaciones de la presente invención o pueden combinarse en otras realizaciones adicionales en las cuales pueden verse más detalles con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

Las características novedosas que se creen características de las realizaciones ilustrativas se establecen en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, las realizaciones ilustrativas, así como un modo preferido de uso, objetivos adicionales y ventajas del mismo, se comprenderán mejor en referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente invención cuando se lee en conjunto con los dibujos adjuntos, en donde:

la **Figura 1** es un diagrama de bloques que ilustran los componentes de un sistema que puede utilizarse para implementar realizaciones de la invención.

La **Figura 2** es diagrama esquemático que ilustra la construcción de un Plan de condensación y uso de agua, de acuerdo con realizaciones de la invención.

La **Figura 3** ilustra una porción de una gráfica que muestra la temperatura y datos del punto de rocío en el transcurso del tiempo, para su uso al implantar realizaciones de la invención.

La **Figura 4** es un diagrama esquemático que muestra un componente de la unidad condensadora para una realización adicional de la invención.

La **Figura 5** es un diagrama esquemático que muestra un componente de la unidad condensadora para una realización de la invención que utiliza un dispositivo electrocalórico.

La **Figura 6** es un diagrama de bloques que muestra un ordenador o sistema de procesamiento de datos para realizaciones de la invención.

En referencia a la **Figura 1**, se muestra un diagrama de bloques que ilustran un sistema **100** que puede utilizarse al implementar realizaciones de la invención. El sistema **100** incluye una fuente de energía **102**, que se conecta para administrar periódicamente energía a una batería de almacenamiento recargable **104**. La batería **104** es capaz así de proporcionar la energía que sea necesaria para un procesador **106** y una unidad condensadora de agua **108** del sistema **100**. Debe comprenderse que la fuente de energía **102** podría comprender una fuente de energía convencional, tal como una red de energía eléctrica o un generador eléctrico impulsado por un motor potenciado por gasolina o similar. Sin embargo, en una realización útil, la fuente de energía **102** podría comprender una fuente de Energía de recolección local, tal como un colector de energía solar o un generador eléctrico impulsado por un molino de viento u otra fuente de energía eólica. La **Figura 1** también muestra un procesador **106** conectado para controlar de manera selectiva la operación de la fuente de energía **102**.

En referencia a la **Figura 1**, se muestra una unidad condensadora **108** conectada para recibir señales de control del procesador **106**. De esta forma, el procesador **106** controla la operación de la unidad condensadora **108**, encendiendo y apagando de manera selectiva la unidad condensadora **108**. La unidad condensadora **108** está en contacto con aire atmosférico ambiental **110**, que contiene vapor de agua. Por consiguiente, cuando la unidad condensadora **108** se enciende, opera para condensar vapor de agua en el aire para producir agua en forma líquida. El agua condensada se envía entonces a un recipiente de almacenamiento o depósito **112**.

En realizaciones de la invención, la unidad condensadora **108** puede comprender uno de una cantidad de mecanismos o componentes actualmente disponibles para convertir vapor de agua en agua en forma líquida, utilizando un proceso de condensación. La unidad condensadora **108** también puede comprender un dispositivo de condensación que incluye componentes como se describen más adelante, en conexión con la **Figura 4** o **Figura 5**.

La **Figura 1** muestra un recipiente de almacenamiento **112** proporcionado con una válvula **114**, que se abre y cierra de manera selectiva por el procesador **106**. Cuando la válvula **114** se abre, el agua condensada del recipiente **112** fluye a través de la válvula **114** hacia un sistema de irrigación de plantas **116**, que administra o distribuye el agua a

una planta o grupo de plantas **118**. Por lo tanto, el procesador **106** controla las cantidades de agua que se administran o aplican a plantas **118** y también controla los tiempos de administración de agua. El sistema de irrigación de plantas **116** puede comprender generalmente un sistema robot de administración de agua, como se describe en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos No. 12/427.403 mencionada anteriormente o puede comprender un sistema de irrigación pasivo o de riego por goteo, como se describe en la Patente de los Estados Unidos No. 7.469.707. Sin embargo, la invención no se limita a las mismas.

La **Figura 1** muestra además un recipiente **112** proporcionado con un medidor de nivel o capacidad **120**, que indica la cantidad de agua en el recipiente **112** en cualquier momento dado. Esta cantidad está acoplada desde nivel **120** al procesador **106**, para su uso por el procesador al controlar la unidad condensadora **108** y sistema de irrigación **116**. Por ejemplo, si el nivel **120** indicó que el recipiente de almacenamiento **112** se llenó hasta la capacidad máxima, no sería deseable operar la unidad condensadora hasta que se reduzca dicha capacidad. Por otro lado, si el recipiente **112** mostró estar vacío o a una capacidad muy baja, el sistema de irrigación **116** no podría operarse hasta que la unidad condensadora **108** se activara hasta llenarse al menos parcialmente el recipiente.

En la operación de la unidad condensadora **108**, se ha reconocido que la producción de agua por el proceso de condensación de la misma es más eficiente cuando el punto de rocío y temperatura de aire atmosférico **110** están juntas. Por consiguiente, se introducen en el procesador **106** datos de temperatura de aire **122** y datos del punto de rocío o humedad **124**. Mediante el uso de estos parámetros, junto con fórmulas o relaciones convencionalmente conocidas, el procesador **106** puede computar o proporcionar estimaciones de intervalos de tiempo cuando la operación del condensador **108** para producir agua es óptima o más eficiente.

Más aun, como se describe más adelante en mayor detalle, la cantidad de agua necesaria para las plantas **118** en tiempos diferentes depende del contenido de humedad del suelo que rodea las plantas **118**. Esto, a su vez, puede depender de la hora del día, la duración de la luz del día y por lo tanto del momento del año y si es de día o de noche. Por lo tanto, la **Figura 1** cómo se introducen adicionalmente en el procesador **106** datos **126** que indican la hora del día y la fecha y datos **128** que indican si es de noche o de día.

Como una alternativa a la utilización del procesador **106** para realizar el cálculo anterior y otros, dichos cálculos y actividad de procesamiento relacionada podrían llevarse a cabo mediante un ordenador o sistema de procesamiento de datos **130** ubicado remotamente. El procesador **106** necesitaría entonces sólo realizar las funciones de control descritas anteriormente. La **Figura 1** muestra el procesador **106** y el sistema de procesamiento de datos remoto **130** conectados por medio de un enlace de comunicación inalámbrico **132**. El sistema de procesamiento de datos **130** podría comprender un solo procesador o múltiples procesadores.

Como se describió anteriormente, el procesador **106** se proporciona en el sistema **100** para controlar las operaciones de fuente de energía **102** y unidad condensadora **108** y para controlar el sistema de irrigación de plantas **116** mediante la válvula de control **114**. De acuerdo con las realizaciones de la invención, se ha reconocido que las eficiencias al utilizar el sistema **100** pueden mejorarse significativamente mediante la generación de un Plan de condensación y uso de agua. El Plan de condensación y uso de agua proporciona un conjunto de reglas que coordinan la operación de los componentes respectivos del sistema **100** que son controlados por el procesador **106**. El Plan también establece intervalos de tiempo óptimos para realizar al menos algunas de estas operaciones.

En referencia a la **Figura 2**, se muestra un Plan de condensación y uso de agua **202** que deriva de tres componentes que comprende un componente de Previsión de la producción de energía y costo **204**, un componente de Previsión de condensación de agua **206** y Previsión de necesidad de agua neta **208**. El componente **204** es una estimación de la disponibilidad y costo de energía necesario para operar el sistema **100** y se refiere a la fuente de energía **102** y batería **104**. El componente **206** se refiere a prever o estimar los tiempos o intervalos de tiempo a los cuales puede operarse la unidad condensadora **108**, para alcanzar una eficacia óptima. El componente **208** proporciona una estimación del agua necesaria para las plantas **118** a diferentes tiempos o intervalos de tiempo y se relaciona por lo tanto con la operación de la válvula **114** y sistema de irrigación de plantas **116**.

El componente de Previsión de producción de energía y costo **204** se determina a partir de información proporcionada por conjuntos de parámetros **210** y **212**. Los parámetros respectivos del conjunto **210** proporcionan estimaciones con respecto al costo y disponibilidad de diferente fuentes de energía que pueden utilizarse para una fuente de energía **102**. Más particularmente, las previsiones respectivamente se refieren a diferentes fuentes de energía que podrían utilizarse alternativamente, si estuviesen disponibles. Por lo tanto, la previsión de sol se refiere al uso de energía solar y la previsión de viento se refiere al uso de energía eólica. La previsión de red indica la disponibilidad de energía eléctrica de una red de energía eléctrica.

En el conjunto de parámetros **212**, el estado de carga de la batería indica cuanta energía eléctrica está almacenada localmente. El estado de la batería indica la cantidad máxima de carga posible, teniendo en cuenta el desgaste y otro tipo de degradación de la batería.

Como se describió previamente, el proceso de condensación es más eficiente cuando la temperatura del aire que contiene vapor de agua y el punto de rocío del aire, están juntos. Como se conoce, el punto de rocío es una medida de humedad y más particularmente es la temperatura a la cual debe enfriarse una parte dada de aire, a presión

barométrica constante, para que el vapor de agua se condense en el aire. Por consiguiente, la **Figura 2** muestra que el componente de Previsión de condensación de agua **206** deriva o se computa de un conjunto de parámetros **214** que incluyen una previsión de temperatura y un previsión del punto de rocío, para un período de tiempo específico. Dicha información puede adquirirse fácilmente, por ejemplo, de previsiones de clima por hora proporcionado por la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA).

En referencia a la **Figura 3**, se muestra una ilustración de la información anterior proporcionada por la NOAA durante un período de 24 horas, para una ubicación particular. La curva **302** es una representación de la temperatura a intervalos por hora durante un período de 24 horas y la curva **304** es una representación del punto de rocío a intervalos por hora durante el mismo período. La **Figura 3** muestra que los valores respectivos de las dos curvas son más cercanos entre sí entre la 1 a.m. y 7 a.m. Por consiguiente, este podría ser el intervalo más eficiente para operar la unidad condensadora **108** para producir agua de irrigación, con respecto a los parámetros de temperatura y punto de rocío.

En referencia nuevamente a la **Figura 2**, se observa que el conjunto de parámetros **214**, para computar la previsión de condensación de agua **206**, incluye además un parámetro que comprende la energía estimada para condensar. Este parámetro se refiere generalmente a la eficiencia de energía de la tecnología de condensación utilizada al construir la unidad condensadora **108** para una temperatura dada. La eficiencia de energía de algunas de dichas tecnologías puede depender del aire ambiental o del viento ambiental.

En referencia adicional a la **Figura 2**, se muestra un conjunto de parámetros **216**, para derivar la Previsión de necesidad de agua neta **208**. Estos parámetros incluyen una previsión de precipitación, que puede obtenerse de una previsión de la NOAA para un lugar y período de tiempo dados. Los parámetros incluyen además una base de datos hortícola, que especifica la cantidad de agua necesaria en cada estado de crecimiento de la planta, para cada tipo de planta **118**. Un ejemplo de una base de datos hortícola para un tipo específico de planta es el siguiente:

<u>Etapas de crecimiento</u>	<u>Medio</u>	<u>Óptimo</u>
pre floración	100 ml	200 ml
floración	50 ml	50 ml
después de floración	75 ml	150 ml

Los parámetros **216** también incluyen una previsión de la humedad del suelo y la humedad del suelo actual, para un cuerpo de suelo **218** que se muestra en la **Figura 2**, en la cual una planta o plantas **118** se cultivan o fijan. El valor para el parámetro de humedad del suelo puede proporcionarse mediante un medidor de humedad del suelo convencional **220** que se inserta en el cuerpo del suelo **218**.

La previsión de humedad del suelo puede derivarse de un concepto simple tal como "la arena drena más rápido que el barro". Alternativamente, la previsión de humedad del suelo puede derivarse por medio de un modelo de humedad del suelo comparativamente complejo, tal como un modelo que utiliza evapotranspiración para estimar las necesidades de irrigación. Como se conoce, la evapotranspiración describe la suma de evaporación y transpiración de la planta, desde la superficie de la tierra a la atmósfera. Por lo tanto, la evapotranspiración **222** asociada con una planta o plantas fijadas en el suelo estará estrechamente relacionada al contenido de humedad del suelo. Más aun, la evapotranspiración es afectada por condiciones climáticas, tales como el sol, viento y punto de rocío, así como la duración del día o cantidad de luz de día. Por consiguiente, los parámetros **126** y **128**, que indican respectivamente la hora y fecha y si es de día o de noche, y que se proporcionan al procesador **106** como se describió anteriormente, son muy relevantes para la evapotranspiración y para estimar o prever el contenido de humedad del suelo.

En una realización de la invención, la información del tipo anterior que se refiere a evapotranspiración y contenido de humedad en el suelo podría recogerse en el transcurso del tiempo. Esta información podría utilizarse entonces con un algoritmo de aprendizaje de una máquina convencional para desarrollar un modelo de previsión de humedad del suelo, para el conjunto de parámetros **216** de la **Figura 2**.

La **Figura 2** muestra además que después de que el Plan de condensación y uso de agua **202** se ha generado a partir de los componentes **204**, **206** y **208**, como se describió anteriormente, el Plan **202** proporciona un conjunto de reglas o principios, que se utilizan para controlar dos tareas y funciones importantes. Estas funciones comprenden la Producción y almacenamiento de agua **224** y Control de distribución de agua **226**, que se requieren para la operación de un sistema tal como el sistema **100**. La función **224** se refiere a reglas para que la unidad de condensación operativa **108** produzca agua para irrigación y para almacenar entonces el agua producida. La Función **226** se refiere a reglas para el sistema de irrigación de plantas operativo **116** para administrar agua de irrigación a plantas **118**. Como ejemplo, algunas de las reglas proporcionadas por el Plan de condensación y uso de agua **202** podrían ser las siguientes:

1. Si el almacenamiento de agua está lleno y si la precipitación natural es adecuada para el período de previsión, entonces no producir más agua y no liberar agua.

2. Si el almacenamiento de agua no está lleno y si el costo de producción de agua cuenta con restricciones específicas, entonces producir agua en momentos óptimos.

3. Los momentos óptimos para producir más agua se identifican mediante:

a) El cálculo de energía y/o costo para condensar un volumen dado de agua mediante períodos de tiempo por hora.

b) La clasificación de los períodos de tiempo por hora desde el mejor al peor mediante criterio de energía y/o costo.

c) El comienzo con el período de tiempo por hora de energía y/o costo más bajo, la selección en orden de dichos períodos de tiempo necesarios para mantener el almacenamiento de agua a un nivel objetivo pre-especificado para la producción y uso previstos.

4. Si el almacenamiento de agua está lleno o por encima de un umbral especificado y si las plantas necesitan agua, entonces liberar agua a las plantas en momentos óptimos.

5. Los momentos óptimos para la liberación de agua se identifican a partir de la información proporcionada por la Previsión de necesidad de agua neta **208**, junto con la capacidad del suelo de mantener el agua en la zona de la raíz de la planta **228**. Mediante la liberación de agua en la zona de la raíz de la planta para el almacenamiento, el sistema puede restaurar los niveles de almacenamiento mientras la planta utiliza agua del suelo.

La **Figura 2** muestra un conducto o tubo **230** asociado con la función de Producción y almacenamiento de agua **224** para aplicar agua a las plantas **118**. El conducto **230** podría, por ejemplo, comprender un elemento del sistema de irrigación de plantas **116**.

Un cálculo para derivar automáticamente el Plan de condensación y uso de agua **202**, de los componentes **204**, **206** y **208** podría realizarse mediante el procesador **106** que se muestra en la **Figura 1**. Alternativamente, esta operación podría realizarse en una ubicación remota, tal como en una oficina o similar. En este arreglo, los datos se envían desde el sistema **100** a la oficina y los programas de actividades se reciben desde la oficina, a través de un enlace de comunicación inalámbrico **132** del sistema **100**. Por lo tanto, puede realizarse un sistema de irrigación conectado en red.

El enlace de comunicación inalámbrico **132** y el procesador **106** también pueden utilizarse con un ordenador externo tal como una PC, laptop, PDA o teléfono celular (no se muestra) para implementar un sistema de disuasión de robo. Por ejemplo, si un código especial no se recibe del ordenador externo al sistema en un cierto plazo, el sistema se vuelve inactivo. Si la unidad ha sido robada, su valor de reventa o uso externo se limita severamente, ya que la unidad no puede utilizarse lejos de su lugar de trabajo oficial.

Un Plan de condensación y uso de agua alternativo, similar al Plan **202**, podría utilizarse para administrar la producción y distribución de agua condensada con el agua de superficie o de pozo que tiene una alta concentración de sal. El agua condensada podría mezclarse con el agua más salada, para reducir el contenido de sal de dicha agua cuando se aplica a plantas. El agua condensada también podría utilizarse para descargar la sal acumulada de la zona de la raíz de la planta luego de la irrigación por agua salada. En estos escenarios, la condensación se acumularía probablemente en grandes cantidades durante un período de tiempo más largo para utilizar cuando se necesite.

En referencia a la **Figura 4**, se muestra un condensador **402** que puede utilizarse para la unidad condensadora **108** del sistema **100**. El condensador **402** comprende un dispositivo que condensa vapor de agua en forma líquida mediante el uso de un proceso convencional y se proporciona con un elemento de enfriamiento o condensación **404**, que se enfría o reduce en temperatura mediante algunos medios (no se muestra). El condensador **402** está contenido en una estructura **406** que tiene una cámara o pasaje de flujo de aire **408** y está montado para girar alrededor de un punto de eje **410**. Cuando se opera el condensador **402** para condensar el vapor de agua, el aire ambiental relativamente cálido **412** que contiene vapor de agua se hace fluir a través de la cámara **408** a lo largo de un eje **414**, desde un puerto de entrada **416** de la cámara **408** hacia un puerto de salida **418** del mismo.

La **Figura 4** muestra que un poco del aire húmedo **412** se pone en contacto con la superficie del elemento de enfriamiento **404**. Esto provoca que el vapor de agua en el aire se condense en gotas de agua. El agua condensada fluye a través de los conductos **420** o similares formados en el elemento de enfriamiento **404**, hacia un depósito o recipiente de almacenamiento **422**. Mientras el agua se condensa en la superficie del elemento de enfriamiento **404**, aire más seco **413** sale por el puerto de salida **418**. La salida del aire más frío y seco permite que el aire húmedo ingrese al puerto de entrada **416** y el proceso de condensación continúa con el aire nuevo.

En una realización de la invención, se ha reconocido que la eficiencia del condensador **402** puede mejorarse significativamente, mediante la mejora del flujo de aire a través de la cámara **408**. Para lograr esto, la estructura **406** y el condensador **402** están ubicados puertas afuera o en el exterior. Entonces, cuando un viento está disponible, el

viento se utiliza para proporcionar el movimiento de aire requerido a través de la cámara **408**. Se proporciona un sensor **424** para determinar la dirección del viento, que se muestra en la **Figura 4** mediante la dirección de la flecha **426**. La dirección del viento se proporciona a un mecanismo **428** asociado con la estructura **406**. El mecanismo **428** comprende un motor de pasos u otro medio convencional para girar de manera selectiva la estructura **406**, para alinear el eje **414** de la cámara **408** con la dirección del viento **426**. Esta orientación permite que el viento se utilice de manera más efectiva, para mover el aire a través de la cámara **408** al agua condensada. Mediante el uso de viento natural a estos efectos, no es necesario gastar energía para operar un ventilador u otro dispositivo mecánico, para mover el aire a través de la cámara **408**.

La **Figura 5** muestra un dispositivo electrocalórico **502** que puede utilizarse en la unidad condensadora **108**, en una realización de la invención. El dispositivo **502** comprende un material electrocalórico **504** que se posiciona entre dos electrodos de placas condensadoras **506**, como un dieléctrico entre ellos. Las placas condensadoras **506** están conectadas a una fuente de energía **508**, que puede comprender una batería **104** del sistema **100**. Como se conoce, la temperatura del material electrocalórico **504** aumenta cuando se aplica un voltaje al mismo y la temperatura disminuye cuando el voltaje se elimina. Por consiguiente, el dispositivo electrocalórico **502** podría proporcionar un enfriamiento para una carga térmica **510**. La carga **510** podría, por ejemplo, comprender una superficie en contacto con el aire y vapor de agua **110**, en donde la superficie debe enfriarse de manera suficiente para provocar que el vapor de agua se condense en forma líquida.

En referencia adicional a la **Figura 5**, se muestra un mecanismo de intercambio de calor **512** para transferir calor de la carga térmica **510** al dispositivo electrocalórico **502**. También se muestra un mecanismo de intercambio de calor **514**, para transferir calor del dispositivo **502** a un disipador térmico **516**. Los mecanismos de intercambio de calor podrían comprender componentes sólidos o de fluido o una combinación de los mismos.

El material electrocalórico **504** podría estar formado, por ejemplo de óxido cerámico de Pb, Mg, Nb, Sc, Sr y Ti. Los dispositivos electrocalóricos convencionales se divulgan, por ejemplo, por las Patentes de los Estados Unidos Nos. 6.877.325 y 4.757.688.

En referencia a la **Figura 6**, se muestra un diagrama de bloques de un ordenador o sistema de procesamiento de datos **600** en los cuales pueden implementarse aspectos de la presente invención. Por ejemplo, el sistema de procesamiento de datos **600** puede utilizarse como un procesador **106** o sistema de procesamiento de datos **130** en la **Figura 1**. El sistema **600** emplea una arquitectura de bus local de interconexión de componentes periféricos (PCI), aunque otras arquitecturas de bus, tales como Micro Channel e ISA pueden utilizarse alternativamente.

El procesador **602** y la memoria principal **604** están conectados a un bus local PCI **606** a través de un puente de PCI **608**. El puente de PCI **608** también puede incluir un controlador de memoria integrado y memoria caché para el procesador **602**. Las conexiones adicionales al bus local de PCI **606** pueden realizarse a través de una interconexión directa del componente o a través de tarjetas de expansión. En el ejemplo representado, el adaptador de red de área local (LAN) **610**, adaptador de bus host SCSI **612** e interfaz de bus de expansión **614** están conectados al bus local de PCI **606** mediante conexión directa de los componentes. El adaptador de audio **616**, adaptador de gráficos **618** y adaptador de audio/video (A/V) **634** están conectados al bus local de PCI **606** mediante tarjetas de expansión insertadas en las ranuras de expansión. La interfaz del bus de expansión **614** proporciona una conexión para un adaptador de teclado y ratón **620**, módem **622** y memoria adicional **624**.

En el ejemplo representado, el adaptador del bus host SCSI **612** proporciona una conexión para la unidad de disco duro **626**, unidad de cinta **628**, unidad de CD-ROM **630** y disco de video digital leído sólo por la unidad de memoria (DVD-ROM) **632**. Las implementaciones de bus local de PCI soportarán tres o cuatro ranuras de expansión de PCI o conectores de expansión.

Un sistema operativo se ejecuta en un procesador **602** y se utiliza para coordinar y proporcionar control de varios componentes dentro del sistema **600** de la **Figura 6**. El sistema operativo puede ser un sistema operativo disponible comercialmente, tal como OS/2, que es comercializado por International Business Machines Corporation.

Los expertos en la técnica apreciarán que el hardware en la **Figura 6** puede variar dependiendo de la implementación. El ejemplo descrito no pretende implicar limitaciones arquitectónicas con respecto a la presente invención. Por ejemplo, los procesos de la presente invención pueden aplicarse a sistemas de procesamiento de datos del múltiples procesadores.

La descripción de las diferentes realizaciones ventajosas se ha presentado a efectos de ilustración y descripción, y no pretende ser exhaustiva o limitar las realizaciones en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Además, diferentes realizaciones pueden proporcionar diferentes ventajas en comparación con otras realizaciones. La realización o realizaciones seleccionadas se eligen y describen para explicar mejor los principios de la invención, la aplicación práctica y permitir que otros expertos en la técnica comprendan la invención para varias realizaciones con varias modificaciones ya que son adecuadas para el uso particular contemplado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para operar un sistema (100) para administrar agua a una o más plantas (118) en donde cada planta reside al menos parcialmente en una cantidad de suelo (218) y está próxima al aire (110, 412) que contiene vapor de agua, comprendiendo dicho método las etapas de:
 - 5 - operar una unidad condensadora (108) a intervalos de condensación para convertir cantidades del vapor de agua en agua en forma líquida, en donde los intervalos de condensación se computan a partir de parámetros (214) que comprenden datos de temperatura de aire y datos de punto de rocío previstos para un período de tiempo específico y datos que indican la eficiencia de energía de la unidad de condensación (108) para una temperatura de aire dada (122);
 - 10 - almacenar dicha agua en forma líquida en un depósito (112, 422), en donde el depósito (112, 422) está conectado a un sistema de irrigación (116) configurado para administrar de manera selectiva agua del depósito (112, 422) a cada una de las plantas (118);
 - acceder a una base de datos de información hortícola para una cantidad de agua necesaria para un tipo de planta de la o las plantas (118);
 - 15 - generar una o más estimaciones del contenido de humedad de dicha cantidad de suelo (218) durante un primer período de tiempo especificado;
 - computar uno o más intervalos de riego durante el primer período de tiempo especificado, en donde cada intervalo de riego se computa, al menos en parte, en función de valores contenidos en la base de datos hortícola y también en función de las estimaciones de contenido de humedad; y
 - 20 - operar el sistema de irrigación (116) para administrar agua a cada una de las plantas (118) durante cada uno de los intervalos de riego.
2. El método de la reivindicación 1, en donde:

dicho método incluye recabar datos que se refieran a dicho contenido de humedad del suelo, dicha necesidad de agua de la planta y datos previstos de temperatura de aire y punto de rocío (214), en donde dichos datos recabados se utilizan para determinar en cualquier momento si es necesario operar la unidad condensadora (108) y, si no lo es, prevenir el uso de la unidad condensadora (108) y almacenamiento de agua.
- 25 3. El método de la reivindicación 1, en donde:

los datos de temperatura del aire y datos del punto de rocío se prevén durante un segundo período de tiempo especificado y cada uno de los intervalos de condensación se computan para el segundo período de tiempo especificado, al menos en parte, en función de los datos de temperatura del aire previstos (214) y también en función de los datos de punto de rocío previstos (214).
- 30 4. El método de la reivindicación 3, en donde:

cada uno de los intervalos de condensación se computa además en función de los datos (214) que indica la eficiencia de energía de la unidad condensadora (108) para una temperatura de aire dada (122).
- 35 5. El método de la reivindicación 1, en donde:

cada una de las estimaciones de humedad se computa, al menos en parte, a partir de los datos de evapotranspiración (222) asociados con las plantas (118) de dicho tipo especificado, y se computa además a partir de los datos proporcionados por un detector de contenido de humedad (220) insertado en dicha cantidad de suelo (218).
- 40 6. El método de la reivindicación 1, en donde:

la operación de una unidad condensadora (108) y operación del sistema de irrigación (116) se controla respectivamente mediante un procesador especificado (106), en donde el procesador (106) está conectado a un sistema de procesamiento de datos (130, 600) por medio de un enlace de comunicación inalámbrico (132).
- 45 7. El método de la reivindicación 6, en donde:

la unidad condensadora (108) es operada en asociación con una de una pluralidad de fuentes de energía (102, 104) seleccionada mediante el proceso de información que se refiere al costo y disponibilidad de cada una de las fuentes de energía (102, 104) durante cada uno de los intervalos de condensación.
8. El método de la reivindicación 7, en donde:

la fuente de energía seleccionada es una batería de almacenamiento (104) y el estado de carga y la condición de la batería de almacenamiento (104) se utilizan al seleccionar la batería de almacenamiento (104).

9. El método de la reivindicación 7, en donde:

dicha pluralidad de fuentes de energía (102, 104) incluye al menos una fuente de Energía de recolección local.

5 10. El método de la reivindicación 6, en donde:

la cantidad de agua contenida en el depósito (112, 422) es continuamente monitoreada y dicha cantidad es proporcionada repetidamente al procesador (106).

11. El método de la reivindicación 1, en donde:

10 la unidad condensadora (108) tiene un componente (406) que está dispuesto para alineamiento a lo largo de la dirección (426) de un viento disponible, para aumentar la eficiencia operativa de la unidad condensadora (108).

12. El método de la reivindicación 1, en donde:

la unidad condensadora (108) utiliza un dispositivo electrocalórico (502) para condensar cantidades de vapor de agua en agua en forma líquida.

13. El método de la reivindicación 1, en donde:

15 las estimaciones de contenido de humedad de suelo se computan al menos a partir de datos de evapotranspiración (222) asociados con plantas (118) del tipo de planta y de datos proporcionados por una previsión de precipitación (216) para el período de tiempo.

14. El método de la reivindicación 13, en donde:

20 cada una de las estimaciones del contenido de humedad del suelo se computa además a partir de datos proporcionados por un detector de humedad (220) insertado en el suelo (218).

15. Un sistema para administrar agua a una o más plantas en donde cada planta (118) reside al menos parcialmente en una cantidad de suelo (218) y está próxima al aire atmosférico (110, 412) que contiene vapor de agua, comprendiendo dicho sistema (100):

25 – un depósito (112, 422) para almacenar de manera selectiva dicha agua en forma líquida; un medio de procesamiento (106, 130, 600, 132) asociado con una base de datos que contiene información hortícola para una cantidad de agua necesaria por un tipo de planta de la o las plantas (118) y que se programa para computar intervalos de condensación mediante el uso de datos de temperatura (122) y datos de punto de rocío (124), y para computar intervalos de riego en función, al menos en parte, de valores contenidos en la base de datos hortícola, y también en función de las estimaciones de contenidos de humedad de dicha cantidad de suelo (228);

30 – una unidad condensadora (108) que es operada por dicho medio de procesamiento (106, 130, 600, 132) a dichos intervalos de condensación para convertir cantidades del vapor de agua en agua en forma líquida, en donde la unidad condensadora (108) comprende un condensador (402) contenido en una estructura giratoria (406) que tiene un pasaje de flujo de aire (408); y

35 – un sistema de irrigación (116) operado por dicho medio de procesamiento (106, 130, 600, 132) para administrar agua a cada una de las plantas (118) durante cada uno de dichos intervalos de riego.

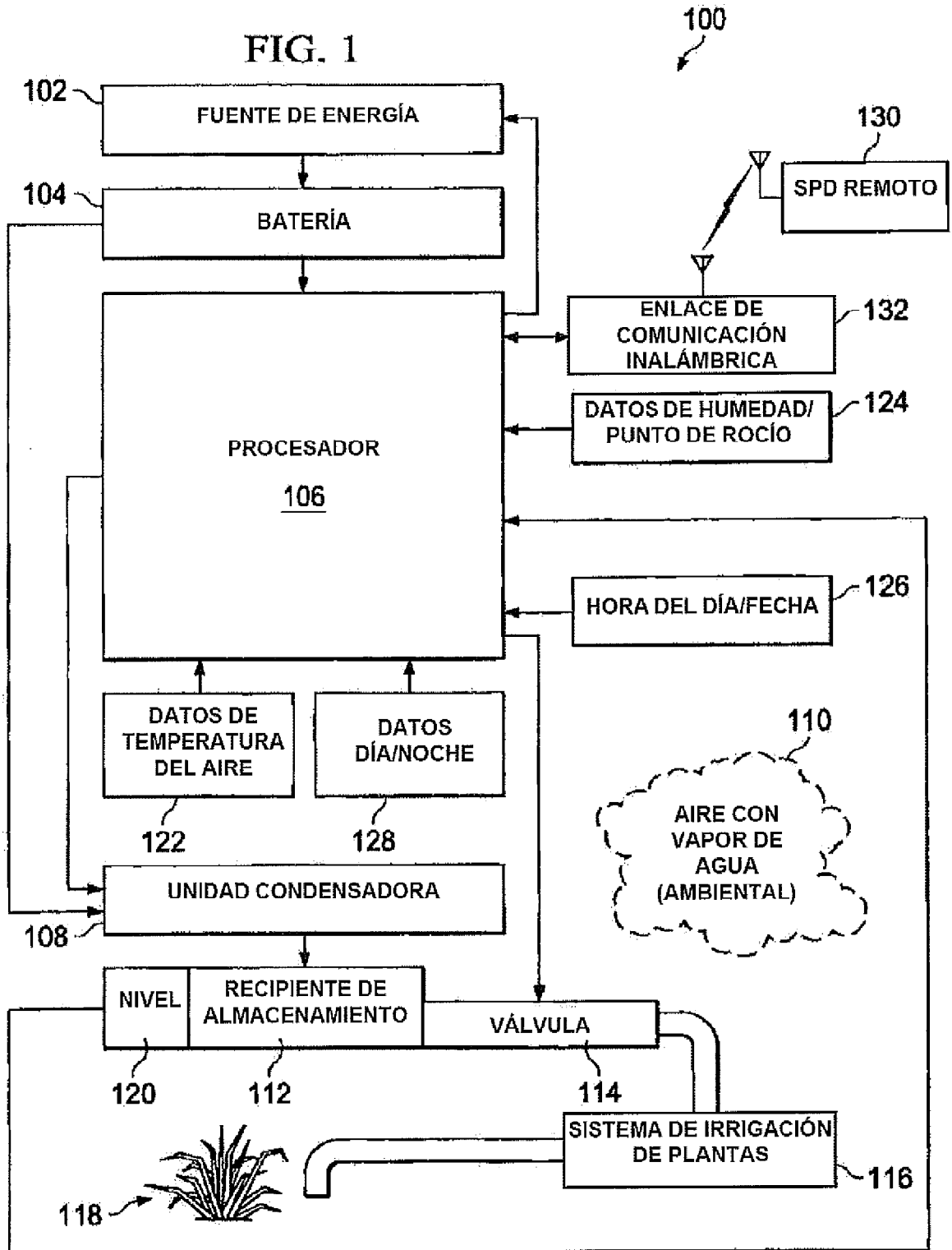
16. El sistema de la reivindicación 15, en donde:

el depósito (112, 422) comprende una válvula (114) que es abierta o cerrada de manera selectiva por el medio de procesamiento (106, 130, 600, 132).

40 17. El sistema de la reivindicación 16 que comprende:

un sensor (424) para determinar la dirección del viento y un mecanismo (428) para rotar de manera selectiva la estructura (406) dependiendo de la dirección del viento.

45



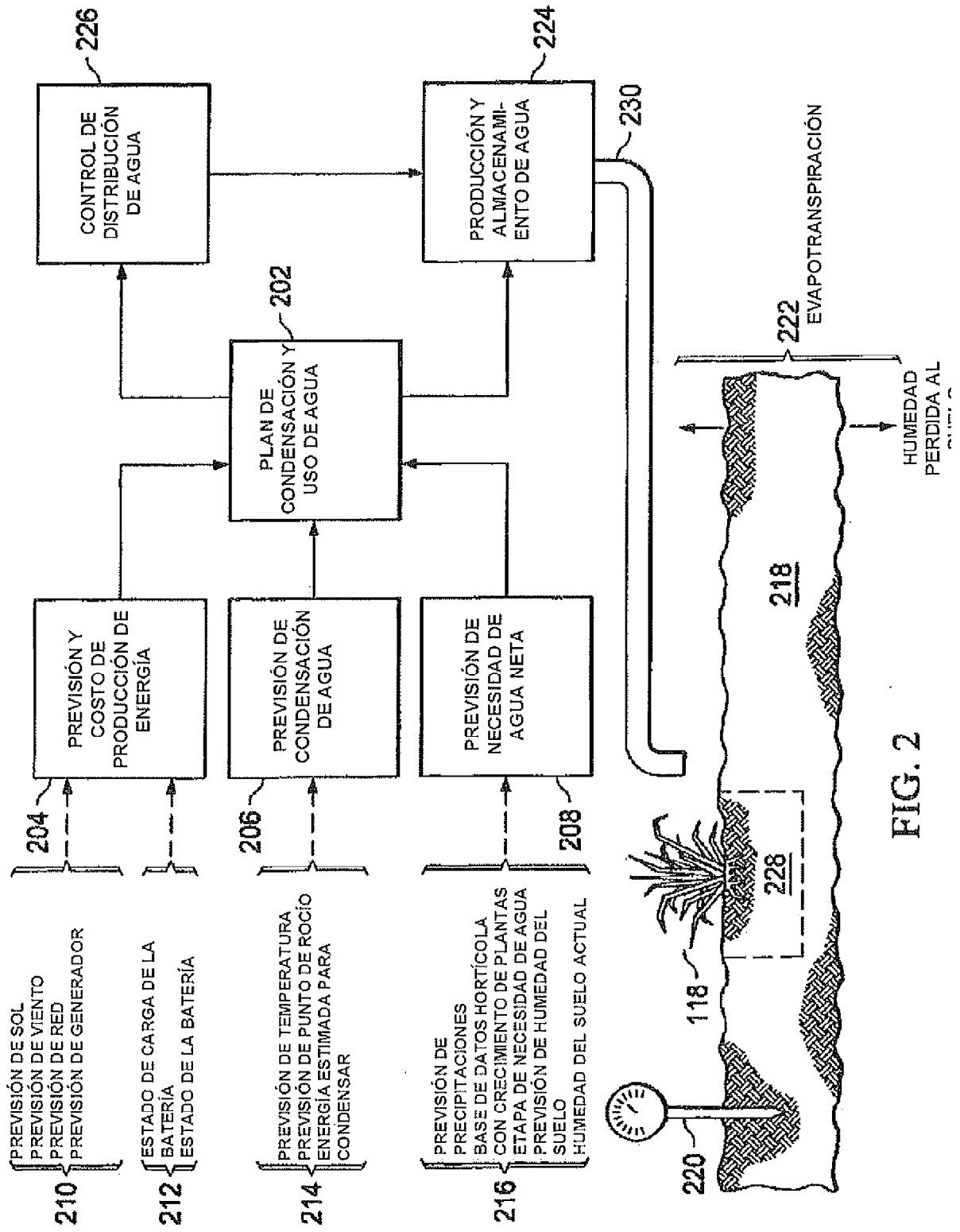


FIG. 2

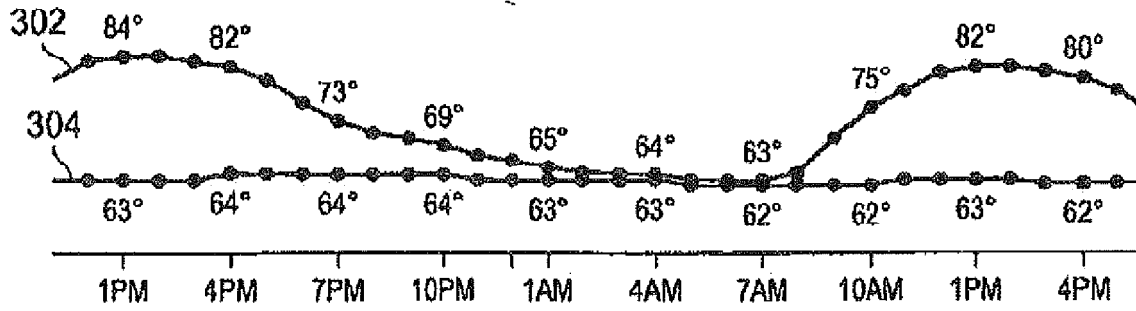


FIG. 3

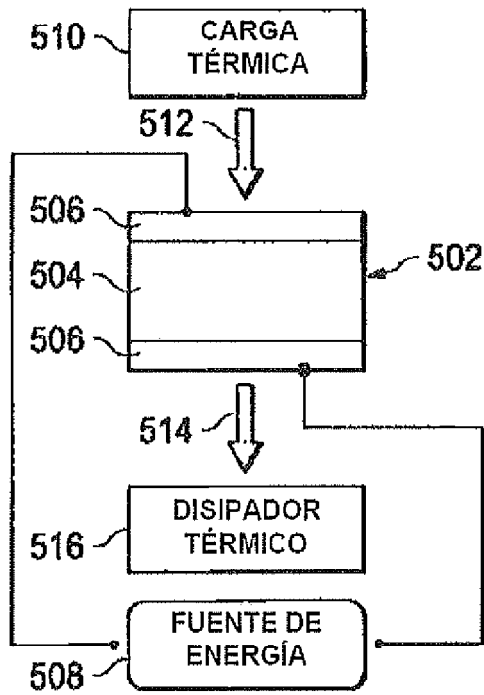


FIG. 5

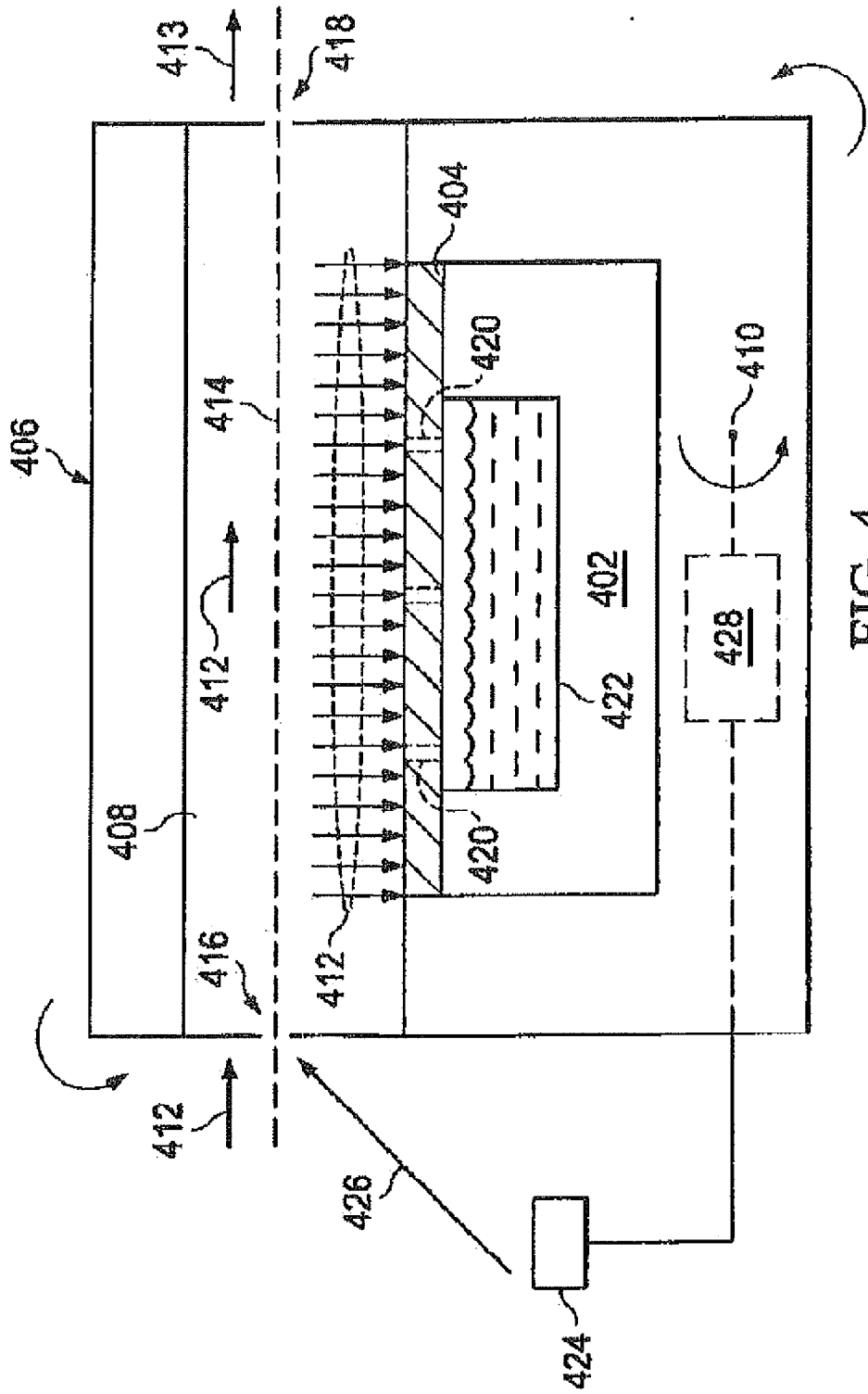


FIG. 4

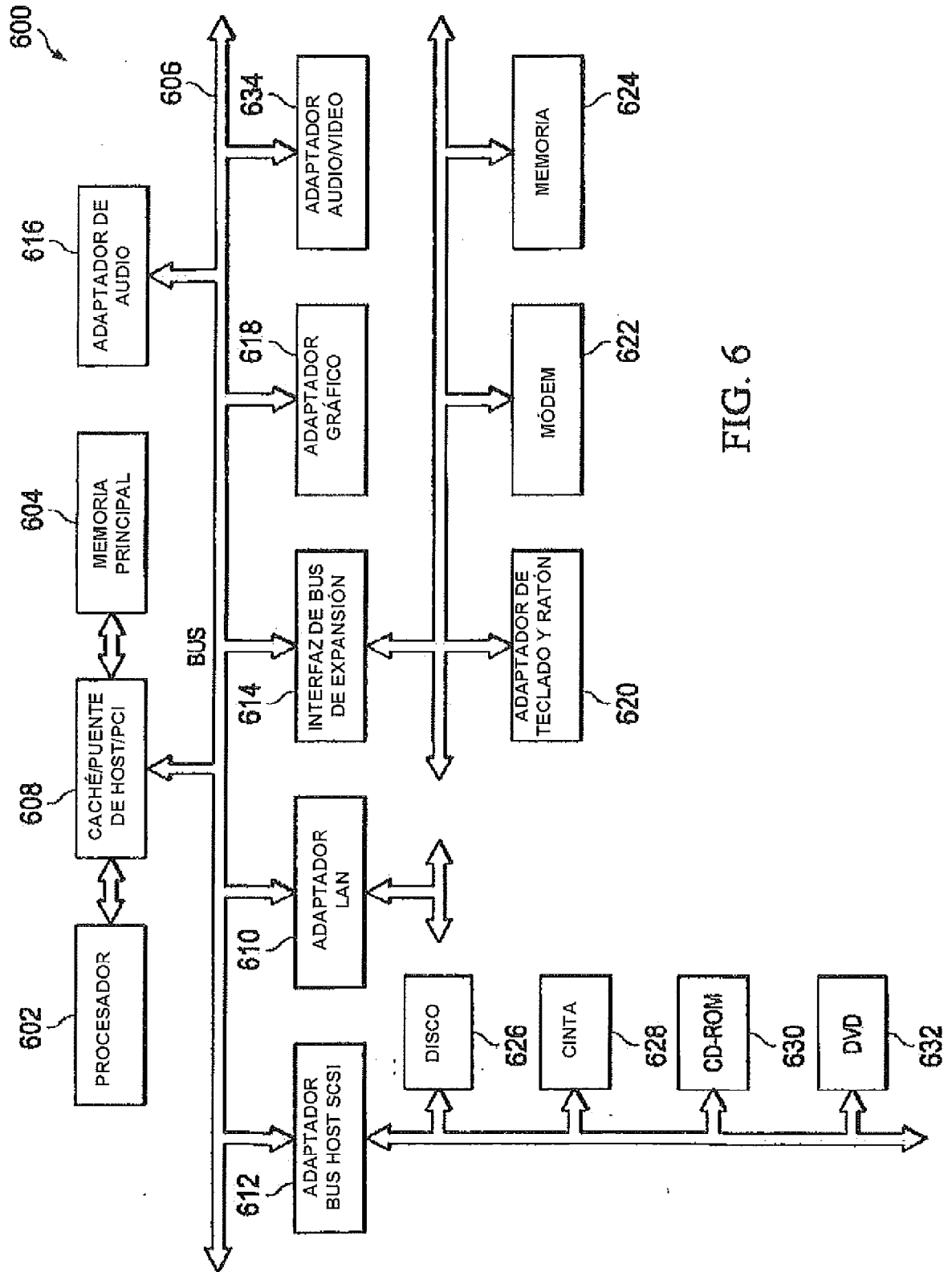


FIG. 6