

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 348**

51 Int. Cl.:

A01G 25/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2012** E 12306370 (3)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019** EP 2730159

54 Título: **Sistema de control de riego**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.12.2019

73 Titular/es:

RAIN BIRD CORPORATION (100.0%)
970 West Sierra Madre Avenue
Azusa, CA 91702, US

72 Inventor/es:

OLIVE-CHAHINIAN, INGRID;
VIALLETON, MYRIAM y
BARBE, GUILLAUME

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 734 348 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 de control de riego

Antecedentes

1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al riego y, en particular, a un sistema y a un método para controlar el riego.

2. Discusión de la técnica relacionada

10 En general, los controladores de riego se utilizan para controlar la entrega de agua a dispositivos de riego conectados a válvulas de riego conmutables. Para controlar la entrega de agua a grupos de dispositivos de riego que definen estaciones o zonas de riego, los controladores de riego convencionales basados en programas proporcionan típicamente programas que pueden definir diferentes días de irrigación y horas de inicio. Una vez que se ha creado un programa, los controladores de riego pueden implementar el horario de riego para activar las válvulas de riego.

15 La programación de riego puede hacerse más compleja, por ejemplo, si aumenta el área que debe ser regada, si aumentan las variaciones en los tipos de plantas que deben ser regadas y/o si aumentan las diferencias de pendiente y/o del tipo de suelo. Más aún, puede resultar complicado diseñar e implementar sistemas de riego para tales áreas complejas. En los documentos US 2007/0191991 y US 7.953.517 se describen sistemas de riego conocidos.

Breve descripción de los dibujos

20 Los aspectos mencionados y otros aspectos, características propias y ventajas de diversas realizaciones de la presente invención se apreciarán mejor a partir de la descripción más particular que sigue, presentada en relación a los siguientes dibujos.

La FIG. 1 representa un diagrama de bloques simplificado de un sistema de riego de acuerdo con algunas realizaciones.

25 La FIG. 2A representa una vista simplificada de un módulo de control situado en el seno de una cámara de válvula y acoplado con una válvula, de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 2B muestra una vista simplificada de la cámara de válvula de la FIG. 2A con la tapa retirada y un transmisor de campo acoplado de manera que puede comunicarse con el módulo de control, de acuerdo con algunas realizaciones.

30 La FIG. 2C representa una vista simplificada de un módulo de control situado en el seno de una cámara de válvula, acoplado con una válvula, y cooperando con un adaptador de radio, de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 3A representa una ilustración de un transmisor de campo en comunicación inalámbrica con un adaptador de radio que coopera con un módulo de control, de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 3B muestra una vista en perspectiva de un módulo de control acoplado de manera directa y de manera que puede comunicarse con un transmisor de campo.

35 La FIG. 4 muestra una vista en perspectiva de un módulo de control de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 5 representa una vista en perspectiva simplificada de un adaptador de radio de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 6 representa una vista en perspectiva de un módulo de control que coopera con un adaptador de radio de acuerdo con algunas realizaciones.

40 La FIG. 7A representa una vista superior simplificada de un transmisor de campo de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 7B muestra una representación en diagrama de bloques de un menú de acceso y/o menús de interfaz de usuario accesibles a través del transmisor de campo de acuerdo con algunas realizaciones.

45 La FIG. 8 representa un ejemplo simplificado de botones de una interfaz de usuario en el transmisor de campo de la FIG. 7A, de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 9 representa un diagrama simplificado de un controlador de riego satélite que coopera con un Módulo de Radio Maestro (MRM, *Master Radio Module*), de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 10 representa una vista superior simplificada de un MRM de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 11 representa una vista en perspectiva de una Radioestación de Retransmisión (RR, *Radio Relay*) de acuerdo con algunas realizaciones.

5 La FIG. 12 representa la RR de la FIG. 11 que coopera con un kit de montaje para montar la RR, por ejemplo, en un poste.

La FIG. 13 representa un diagrama de flujo simplificado de un ejemplo de un proceso para establecer una red MRM para controlar el riego, de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 14 representa un diagrama de flujo simplificado de otro ejemplo de un proceso para establecer una red MRM, de acuerdo con algunas realizaciones.

10 La FIG. 15 representa un diagrama de flujo simplificado de un ejemplo de proceso para establecer una red MRM y/o una red RR, de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 16 representa un diagrama de flujo simplificado de otro ejemplo de un proceso para establecer una red MRM y/o una red RR, de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 17 representa un diagrama de flujo simplificado de un proceso para distribuir información de sensores.

15 La FIG. 18 representa un diagrama de flujo simplificado de un proceso, de acuerdo con algunas realizaciones, para proporcionar funcionalidad adicional a través de un adaptador de radio cuando coopera con un módulo de control de versiones anteriores.

20 La FIG. 19 ilustra un diagrama de bloques de un sistema para ser utilizado para implementar métodos, técnicas, dispositivos, aparatos, sistemas, servidores, fuentes y sistemas similares para proporcionar control de riego y/o para implementar riego de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 20 representa un diagrama de bloques simplificado de un módulo de control de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 21 representa un diagrama de bloques simplificado de un adaptador de radio de acuerdo con algunas realizaciones.

25 La FIG. 22 representa un diagrama de bloques simplificado de un MRM de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 23 representa un diagrama de bloques simplificado de una RR de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 24 representa un diagrama de bloques simplificado de un transmisor de campo de acuerdo con algunas realizaciones.

La FIG. 25 es una ilustración del modelo de impugnación/autenticación de acuerdo con algunas realizaciones.

30 Caracteres de referencia correspondientes indican componentes correspondientes a lo largo de las diferentes vistas de los dibujos. Los técnicos expertos se darán cuenta de que los elementos en las figuras se ilustran por simplicidad y claridad y no necesariamente están dibujados a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos y las figuras pueden estar exageradas en relación a otros elementos para ayudar a mejorar la comprensión de diversas realizaciones de la presente invención. Además, elementos comunes pero ya bien conocidos que resultan
35 útiles o necesarios en un entorno con viabilidad comercial habitualmente no se representan con el fin de facilitar una vista más diáfana de las varias realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada

40 La descripción que sigue no debe ser tomada en un sentido limitante, sino que se lleva a cabo para el mero propósito de describir los principios generales de realizaciones a modo de ejemplo. El alcance de la invención debe determinarse en relación a las reivindicaciones.

45 Las referencias llevadas a cabo a lo largo de este documento a las expresiones “una realización”, “algunas realizaciones”, “algunas implementaciones” o expresiones similares significan que una característica propia, estructura o característica particular descritas en relación a la realización están incluidas al menos en una realización de la presente invención. Por lo tanto, la presencia de las frases “en una realización”, “en algunas realizaciones”, y expresiones similares a lo largo de este documento pueden todas referirse, aunque no necesariamente, a la misma realización o realizaciones.

Más aún, las características propias, estructuras o características de la invención descritas pueden combinarse de cualquier manera apropiada en una realización o en más de una. En la descripción que sigue, se proporcionan numerosos detalles específicos, tales como ejemplos de programas, de módulos de software, de selecciones de

usuario, de transacciones de red, de consultas a bases de datos, de estructuras de bases de datos, de módulos de hardware, de circuitos de hardware, de chips de hardware, etc., para proporcionar una comprensión exhaustiva de realizaciones de la invención. Una persona experta en la técnica relevante se dará cuenta, sin embargo, de que la invención puede llevarse a la práctica sin uno o varios de los detalles específicos, o mediante otros métodos, componentes o materiales, y así sucesivamente. En otros casos, no se muestran ni se describen con detalle estructuras, materiales u operaciones bien conocidas para evitar oscurecer aspectos de la invención.

La FIG. 1 representa un diagrama de bloques simplificado de un sistema 100 de riego de acuerdo con algunas realizaciones. El sistema 100 de riego incluye un sistema de control de riego central o controlador 110, una red 115 de comunicaciones (que puede incluir comunicación mediante cables y/o inalámbrica), un controlador 120 de riego satélite o más de uno, un transmisor 125 de campo, una o varias interfaces de red inalámbrica o Módulos 130 de Radio Maestros (MRM) (a cada uno de los cuales puede hacerse referencia como un módulo inalámbrico o un módulo de radio), una o varias interfaces de sub-redes inalámbricas o Radioestaciones 135 de Retransmisión (RR) (a cada una de las cuales puede hacerse referencia como Radioestación de Retransmisión Esclava o, más en general, como módulos inalámbricos o módulos de radio), y uno o varios módulos 160 de control (a los que también puede hacerse referencia como módulos de mando), en donde cada uno de los módulos de control puede cooperar con un adaptador 165 de radio. En algunas realizaciones, el sistema 100 de riego puede incluir uno o varios sensores 170. Los sensores 170, en algunos casos, pueden cooperar con y/o comunicarse directamente con un módulo 160 de control, un MRM 130, una RR 135, un controlador 120 de riego satélite y/o el controlador 110 de riego central. Utilizando estos componentes, el sistema 100 de riego está configurado para permitir la gestión remota de uno o varios, y típicamente muchos, módulos 160 de control utilizando el controlador 110 de riego central. En algunos casos, los módulos 160 de control están en el suelo o bien están ubicados por debajo del nivel del suelo. Los módulos 160 de control, sin embargo, pueden ubicarse sobre el suelo o por debajo del suelo.

El sistema 100 de riego está combinado con y coopera con dispositivos de sistema de riego con los que no se pretendía cooperar dentro de un sistema de riego. Por ejemplo, las presentes realizaciones pueden combinar el uso de sistemas de control de riego alimentadas por corriente alterna con controladores alimentados con baterías de corriente continua. Más aún, el sistema 100 de riego combina controladores 120 de riego satélite que implementan horarios de riego sobre un área geográfica relativamente amplia con módulos 160 de control que resultan locales para válvulas, que ejecutan horarios específicos de válvula y que típicamente no incluyen una interfaz de usuario. Adicionalmente, el sistema 100 de riego puede incorporar módulos de control local que están típicamente controlados de manera independiente y que están pensados para funcionar independientemente en un sistema que proporciona control de riego coordinado. Por consiguiente, las presentes realizaciones pueden proporcionar un control de riego mejorado a lo largo de áreas en las que típicamente resulta difícil o económicamente costoso incorporar control de riego programado (por ejemplo, paisajes en carreteras, áreas históricas, y lugares de ese tipo) mientras que a la vez se coordina el riego controlado a lo largo de un área geográfica amplia y/o en cooperación con una amplia variedad de dispositivos de control de riego y/o sistemas de riego. Un controlador 110 de riego central puede distribuir horarios de riego y/o comandos de riego a una pluralidad de dispositivos de riego, incluyendo los módulos 160 de control controlados de manera independiente, para implementar riego coordinado a lo largo del sistema 100 de riego.

El MRM 130, en algunas realizaciones, coopera con uno de los controladores 120 de riego satélite. Más aún, el MRM 130 puede, en algunas implementaciones, montarse en el seno del controlador 120 de riego satélite. Cada uno de los diversos módulos 160 de control que cooperan con un adaptador de radio pueden acoplarse con una RR 135 o con un MRM 130. Las RRs 135 se acoplan de manera inalámbrica con un MRM 130. Los MRMs se comunican mediante cables o de manera inalámbrica con una aplicación de software de control central que se ejecuta en el controlador 110 de riego central.

Por consiguiente, el controlador 110 de riego central puede coordinar el riego mediante la generación de horarios de riego o puede ser programado por un usuario que introduzca horarios de riego para los controladores 120 de riego satélite respectivos y los módulos 160 de control. Los horarios de riego, en algunos casos, definen tiempos de operación y/o cantidades deseadas de agua que debe ser suministrada a través de una estación y/o dispositivos de entrega de agua (por ejemplo, aspersores, líneas de goteo, etc.). Más aún, los horarios de riego generalmente definen horas de inicio u horas en las que puede implementarse el horario de riego. Por consiguiente, esto permite que el controlador 110 de riego central, los controladores 120 de riego satélite y/o los módulos 160 de control gestionen horas de inicio y duraciones. Adicionalmente, en algunas implementaciones, pueden definirse uno o varios umbrales de flujo y el controlador 110 de riego central, los controladores 120 de riego satélite y/o los módulos 160 de control pueden utilizarlos para controlar el riego. El controlador 110 de riego central puede estar ubicado en la propiedad que está siendo irrigada o puede estar situado de manera remota lejos de la propiedad. Por ejemplo, en algunos casos el controlador 110 de riego central está ubicado en el seno de la zona de cobertura de transmisión inalámbrica de los controladores 120 de riego satélite (por ejemplo, de radiofrecuencia, de telefonía móvil o similar, y en algunos casos puede tener una zona de cobertura inalámbrica de aproximadamente entre 300 metros y 900 metros (aproximadamente entre 1000 y 3000 pies), mientras que en otros casos puede tener una zona de cobertura mayor de 1,6 kilómetros (una milla)). En algunas realizaciones, el controlador de riego central puede implementarse en uno o varios dispositivos de computación que implementan software de control de riego central proporcionado por Rain Bird Corporation en Azusa, California, tal como IQ™ Central Control, Maxicom^{2®} Multi-Site Inigation Central

Control System, SiteControl™ Single Site Central Control System; u otros sistemas de control central relevantes de Rain Bird Corporation u otras empresas.

Típicamente, el controlador 110 de riego central y/o el software implementado por el controlador de riego central gestionan, al menos en parte, las comunicaciones con al menos los controladores 120 de riego satélite y los MRMs 130. En algunos casos, la comunicación con los controladores 120 de riego satélite, con el transmisor 125 de campo, con los MRMs 130 y con las RRs 135 puede llevarse a cabo a través de una interfaz de comunicación o Cartucho de Comunicaciones de Red (NCC, *Network Communication Cartridge*) que coopera con el controlador 120 de riego satélite. Las comunicaciones pueden ser enviadas con corrección de error, pueden ser enviadas múltiples veces y/o pueden ser enviadas como acciones separadas, tal como comunicando dos veces en el caso de acción de red de radio (por ejemplo, una primera comunicación para enviar un comando, y una segunda comunicación posterior para consultar una respuesta de comando).

El MRM 130 está configurado, en parte, para recibir horarios de riego y/o comandos de riego relevantes para uno o varios módulos 160 de control y para distribuir de manera inalámbrica los horarios de riego y/o los comandos de riego relevantes al módulo o módulos 160 de control que cooperan con un adaptador de radio que proporciona comunicación inalámbrica con el MRM 130 o con una RR 135. En algunas realizaciones, los módulos 160 de control son dispositivos de control de riego basados en microprocesador que almacenan y ejecutan, cada uno de ellos, al menos un horario de riego. Típicamente, los módulos 160 de control funcional mediante baterías y no tienen cables de alimentación. Por consiguiente, una batería de módulo de control (no mostrada) proporciona típicamente la única alimentación de energía eléctrica a un módulo 160 de control y permite que el módulo de control implemente horarios específicos de válvula o de estación en ausencia de una línea de alimentación de corriente alterna y en áreas en las que no puede proporcionarse alimentación de corriente alterna o bien no es práctico o es demasiado costoso económicamente proporcionar alimentación de corriente alterna.

Adicionalmente, en algunos casos, un MRM 130 puede comunicarse, a través de comunicación por cable o inalámbrica, con un transmisor 125 de campo para suministrar horarios de riego al transmisor de campo. El transmisor 125 de campo puede entonces estar acoplado de manera que puede comunicarse con uno o varios módulos 160 de control para comunicar horarios de riego a esos módulos de control.

La FIG. 2A representa una vista simplificada de un módulo 160 de control ubicado en el seno de una cámara 212 de válvula (o en otro receptáculo) y acoplado con una válvula 214 de riego, una válvula principal u otra válvula, que en este ejemplo también está contenida en el seno de la cámara 212 de válvula, de acuerdo con algunas realizaciones. La válvula puede ser esencialmente cualquier tipo de válvula o bien otro dispositivo controlado. Típicamente, el módulo 160 de control está situado por debajo del nivel 224 del suelo en el seno de una cámara 212 de válvula o en otro receptáculo. La válvula 214 coopera con una línea 216 de agua de tal manera que la abertura y el cierre de la válvula 214 controla el caudal de agua a través de la línea de agua. Una tapa o cubierta 218 de cámara de válvula coopera con la cámara 212 de válvula para proporcionar alguna protección adicional a los componentes contenidos en la cámara de válvula.

La FIG. 2B muestra una vista simplificada de la cámara 212 de válvula de la FIG. 2A con la tapa retirada y un transmisor 125 de campo acoplado de manera que puede comunicarse con el módulo 160 de control, de acuerdo con algunas realizaciones. Haciendo referencia a las FIGs. 2A-2B, un módulo 160 de control puede controlar una o varias válvulas diferentes (por ejemplo, 1, 2, 4, 6 o más válvulas o estaciones diferentes) dependiendo del número de salidas incluidas durante la fabricación (en las FIGs. 2A-2B solamente se muestra una válvula por razones de simplicidad). Típicamente, el módulo 160 de control no tiene una interfaz de usuario. Por consiguiente, en algunas implementaciones el transmisor 125 de campo puede utilizarse para suministrar y programar horarios de riego directamente en el módulo 160 de control. El transmisor 125 de campo es un dispositivo de interfaz de usuario portable, de mano. Está acoplado con el módulo de control bien a través de un cable directo o de un cable de conexión por enlace óptico fijado al transmisor de campo, o bien a través de un enlace de comunicación inalámbrica (por ejemplo, un enlace de radiofrecuencia) cuando el módulo 160 de control coopera con un adaptador 165 de radio inalámbrico. Como resultado de ello, el horario de riego contenido en el transmisor 125 de campo puede transmitirse al módulo 160 de control.

La FIG. 2C representa una vista simplificada de un módulo 160 de control ubicado en el seno de una cámara 212 de válvula (o en otro receptáculo) y acoplado con una válvula 214, que en este ejemplo también está contenida en el seno de la cámara 212 de válvula, de acuerdo con algunas realizaciones. El módulo 160 de control coopera con o tiene incluido un adaptador 165 de radio que permite una comunicación inalámbrica entre el módulo 160 de control y el transmisor 125 de campo, una RR 135 y/o un MRM 130. Por consiguiente, el transmisor 125 de campo puede utilizarse para proporcionar directamente horarios de riego al módulo 160 de control y/o al adaptador 165 de radio sin que tenga que abrirse la tapa 218 de la cámara de válvula, y, en algunos casos, esto puede llevarse a cabo a una cierta distancia del módulo de control (por ejemplo, a 9 metros (aproximadamente 30 pies) o más). De manera similar, una RR 135 y/o un MRM 130 pueden comunicarse de manera inalámbrica alternativamente o adicionalmente con el adaptador 165 de radio y el módulo 160 de control para, en parte, proporcionar horarios de riego, proporcionar comandos y/u obtener información proveniente del módulo de control y/o del adaptador de radio.

La FIG. 3A representa una ilustración de un transmisor 125 de campo en comunicación inalámbrica con un adaptador 165 de radio que coopera con el módulo 160 de control, de acuerdo con algunas realizaciones. El adaptador 165 de radio, en algunas realizaciones, puede utilizarse para reajustar de manera retroactiva algunos módulos de control existentes, permitiendo que estos módulos de control se utilicen en el seno del sistema 100 de riego.

Tal como se describió anteriormente, el adaptador 165 de radio, en al menos algunas implementaciones, puede configurarse para permitir una comunicación inalámbrica entre el módulo 160 de control y un MRM 130 o una RR 135, lo que puede mejorar la distribución de los horarios de riego y/o evitar obligar a un usuario a desplazarse hasta los módulos de control y utilizar el transmisor 125 de campo para distribuir manualmente los horarios de riego. El transmisor 125 de campo puede continuar utilizándose para comunicarse directamente con y suministrar programas de riego y/u otra información a un módulo 160 de control y/o al adaptador 165 de radio. La comunicación con el adaptador de radio puede ser inalámbrica directamente desde el transmisor 125 de campo. En algunas realizaciones, el transmisor 125 de campo puede utilizarse al MRM 130 y/o a una o varias RRs 135 para retransmitir información a un adaptador 165 de radio. Por ejemplo, el transmisor 125 de campo de mano puede transmitir de manera inalámbrica programación de riego u otra información al MRM 130. El MRM puede retransmitir de manera inalámbrica la programación de riego u otra información desde el MRM hasta el adaptador de radio que coopera directamente con y está acoplado de manera que puede comunicarse con el módulo de control. La comunicación con el adaptador de radio puede incluir adicionalmente una o varias retransmisiones a través de una o varias RRs 135.

La FIG. 3B muestra una vista en perspectiva de un módulo 160 de control acoplado directamente y de manera que puede comunicarse con el transmisor 125 de campo. Tal como se describió anteriormente, en algunos casos el transmisor de campo puede comunicarse directamente con el módulo 160 de control. Esta comunicación, sin embargo, se produce típicamente a través de una conexión directa utilizando un cable, de una interfaz de conexión directa, o de otra conexión similar. En algunos casos, la conexión directa proporciona comunicación óptica entre el transmisor 125 de campo y el módulo 160 de control. El módulo de control incluye uno o varios accionadores de válvula (internos al módulo de control y no mostrados en la FIG. 3B) que se acoplan con una o varias válvulas 312.

La FIG. 4 muestra una vista en perspectiva de un módulo 160 de control de acuerdo con algunas realizaciones. El módulo 160 de control incluye una carcasa 412, una interfaz o puerto 414 de comunicaciones, uno o varios cables o líneas 416 y un compartimento 418 de batería (que puede ser un compartimento separado que puede ser hermético) dentro del cual puede insertarse una batería de módulo de control. Más aún, el módulo 160 de control incluye típicamente (aunque no se representa en la FIG. 4) uno o varios procesadores, controladores, memorias, receptores de señal, transmisores y/o transceptores, detectores, decodificadores, codificadores y accionadores de válvula situados en el seno de la carcasa 412. En algunas implementaciones, el módulo 160 de control puede incluir una salida 420 de válvula principal. El o los accionadores de válvula se acoplan con las líneas 416 de válvula y/o con la salida 420 de válvula principal. Más aún, el módulo 160 de control puede configurarse para funcionar con baterías de tal manera que no se necesite desplegar líneas de alimentación de energía eléctrica, lo que puede simplificar la instalación y/o permitir que el módulo de control controle el riego en lugares en los que resultaría difícil y/o económicamente costoso desplegar líneas de alimentación de energía eléctrica. Típicamente, el módulo 160 de control es un dispositivo de control de riego basado en microprocesador que almacena y ejecuta uno o varios horarios de riego. Tal como se describió anteriormente, el módulo de control puede ubicarse por debajo del nivel del suelo, típicamente dentro de una cámara 212 de válvula, y acoplarse directamente a una o varias válvulas 214 de riego. De nuevo, el módulo 160 de control puede configurarse sin una interfaz de usuario. Por consiguiente, pueden utilizarse un transmisor 125 de campo, un MRM 130 y/o una RR 135 para programar los horarios de riego en el módulo 160 de control.

La interfaz 414 de comunicación, en algunas realizaciones, es una interfaz de comunicación óptica con una o varias lentes posicionadas para dirigir señales ópticas desde el transmisor 125 de campo hasta uno o varios sensores ópticos y/o detectores ópticos en el seno del módulo 160 de control. De manera alternativa, el adaptador 165 de radio puede cooperar con el módulo 160 de control. En algunos casos, el adaptador 165 de radio tiene una interfaz de comunicación, puerto, cable, cordón o dispositivo similar correspondiente que puede cooperar con el módulo 160 de control y/o con la interfaz 414 de comunicación del módulo de control.

La comunicación óptica desde o hacia el módulo 160 de control puede utilizar esencialmente cualquier tipo de comunicación óptica, tal como una comunicación por infrarrojos. De nuevo, el módulo 160 de control incluye uno o varios procesadores, controladores, memorias, receptores de señal, detectores, decodificadores y accionadores de válvula, y el módulo 160 de control está configurado para recibir (por ejemplo, para recibir de manera óptica) programación, horarios de riego y/o comandos de riego, y para implementar al menos las partes relevantes de la programación, los horarios de riego y/o los comandos. En muchas realizaciones, la carcasa 412 está sellada para evitar o impedir que entre agua en la carcasa. Por ejemplo, en algunos casos, el módulo 160 de control está configurado para igualar y/o exceder un Índice de Protección de Ingreso (*Ingress Protection Rating*) de la certificación IP68 (de acuerdo con el estándar internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, *International Electrotechnical Commission*) 60529), está encapsulado y puede ser completamente sumergible. En algunas realizaciones, el módulo 160 de control puede implementarse a través de un módulo de control TBOS™

comercializado por Rain Bird Corporation en Azusa, California.

Más aún, en algunos casos, el módulo 160 de control puede adicionalmente acoplarse con uno o varios dispositivos 170 de sensor (por ejemplo, de lluvia, de humedad del suelo, de lluvia/helada, de viento, de flujo, de medida de agua, y/u otros sensores de ese tipo). Típicamente, los sensores 170 son sensores de tipo corte que proporcionan una señal de corte a un umbral predefinido. El módulo 160 de control utiliza la información del sensor para controlar el riego, como por ejemplo evitando la activación del riego programado en respuesta a una indicación de un sensor de lluvia que ha detectado la caída de lluvia y/o una cantidad umbral predefinida detectada de caída de lluvia. El o los accionadores de válvula del módulo 160 de control activan la o las válvulas 214 acopladas con el módulo de control. En algunas realizaciones, los accionadores de válvula están configurados para enviar señales de activación y desactivación a válvulas solenoide de control. Adicionalmente, el módulo 160 de control está configurado, al menos en algunas implementaciones, con protección de limitación de corriente que evita que se destruya el circuito de accionamiento de solenoide bajo condiciones de cortocircuito.

La programación de riego y/o el horario de riego que puede incorporarse en el módulo 160 de control puede influir esencialmente en cualquier programa de horarios de riego relevante. Por ejemplo, en algunos casos, el módulo 160 de control proporciona múltiples programas independientes (por ejemplo, tres), de manera que cada uno de ellos tiene una hora de inicio o varias (por ejemplo, ocho horas de inicio cada uno); múltiples ciclos potenciales (por ejemplo, personalizado, impar, par, ciclos diarios del día 1 al 31, y similares); tiempos de operación ajustables (por ejemplo, ajustable desde 1 minuto hasta 12 horas); balance hidrológico por programa y/o por mes (por ejemplo, 0% a 300%); salto de un día del calendario, retraso por lluvia (por ejemplo, desde 1 día hasta 14 días); estación manual, programa, el inicio del programa de prueba, avance, cancelación, válvula principal y sensor programable por estación; y/o cualquier otro programa y/o horario similar. Más aún, la batería puede típicamente ser reemplazada sin perder la programación y/o los horarios de riego. Más aún, los niveles de batería del módulo 160 de control y/o del adaptador 165 de radio pueden comunicarse con el MRM 130 y/o con el controlador 110 de riego central (por ejemplo, en respuesta a una solicitud).

Mediante la cooperación del adaptador 165 de radio, puede accederse y/o programarse el módulo 160 de control utilizando varios métodos. En algunas realizaciones, un usuario puede acceder al módulo 160 de control utilizando esencialmente cualquier computador remoto u otro dispositivo configurado para comunicarse a lo largo de una red distribuida (por ejemplo, la red Internet) a través del MRM 130. De manera similar, el transmisor 125 de campo puede comunicarse con el módulo 160 de control a través del enlace de radio y/o del enlace de infrarrojos.

La FIG. 5 representa una vista en perspectiva simplificada de un adaptador 165 de radio de acuerdo con algunas realizaciones. El adaptador 165 de radio incluye una carcasa 512, un compartimento 514 de batería (que puede ser un compartimento separado y/o un compartimento separado hermético), y una antena 516 que coopera con un receptor, transmisor y/o transceptor inalámbricos (no mostrados) dentro de la carcasa 512. Adicionalmente, el adaptador de radio incluye uno o más interfaces de comunicación, puertos, cordones, cables o similares (no mostrados en la FIG. 5). Al menos una de esas interfaces de comunicación está configurada para cooperar con la interfaz 414 de comunicación del módulo de control. En algunas realizaciones, la interfaz de comunicación del adaptador de radio es una interfaz de comunicación óptima que puede cooperar con y/o enlazarse de otro modo con la interfaz 414 de comunicación del módulo 160 de control. La cooperación entre interfaces de comunicación puede ser esencialmente cualquier tipo de cooperación, tal como, pero sin estar limitado a, roscada, encajada por compresión macho-hembra, encaje a presión, o cualquier otro acoplamiento relevante. Más aún, el adaptador 165 de radio incluye típicamente (aunque no se representa en la FIG. 5) uno o varios procesadores, controladores, memorias, receptores de señal inalámbricos, transmisores y/o transceptores, detectores, decodificadores y codificadores ubicados en el seno de la carcasa 512. El adaptador de radio también puede configurarse para funcionar mediante baterías. Como resultado de ello, la batería del adaptador de radio, en al menos algunas realizaciones, está configurada para constituir la única fuente de potencia del adaptador de radio.

Del mismo modo que el módulo 160 de control, en muchas implementaciones la carcasa 512 está sellada para evitar o impedir la entrada de agua en la carcasa. Por ejemplo, en algunos casos, el adaptador 165 de radio está configurado para igualar y/o exceder un Índice de Protección de Ingreso de la certificación IP68, puede estar encapsulado y puede ser completamente sumergible. La carcasa 512 del adaptador 165 de radio, en al menos algunas implementaciones, puede estar construida de plástico, acrilonitrilo butadieno estireno (ABS, *acrylonitrile butadiene styrene*), cloruro de polivinilo (PVC, *polyvinyl chloride*), madera, metal u otros materiales relevantes o combinaciones de los mismos que sean compatibles con y/o no interfieran con la comunicación inalámbrica. En algunos casos, la carcasa está fabricada mediante un proceso de moldeo por inyección (por ejemplo, inyección de ABS), con material plástico estabilizado por ultravioleta (UV). La carcasa y/o las costuras de la carcasa pueden estar selladas, y en algunas realizaciones, se encapsula para obtener conformidad con la certificación IP68 (por ejemplo, 100% hermética y completamente sumergible). La realización del adaptador 165 de radio mostrada en la FIG. 5 está separada del módulo 160 de control y está en comunicación con y/o coopera con el módulo 160 de control a través de una o varias interfaces de comunicación. En otras realizaciones, sin embargo, el adaptador 165 de radio puede implementarse como parte del módulo 160 de control, por ejemplo, integrado con o dentro de la carcasa del módulo 160 de control.

En algunas realizaciones, el adaptador 165 de radio es un dispositivo receptor inalámbrico basado en microprocesador (y en algunos casos en un transmisor inalámbrico) que recibe programación y/u horarios de riego y comunica la programación y/o los comandos al módulo 160 de control. La comunicación inalámbrica puede ser esencialmente cualquier comunicación de radio o inalámbrica de otro tipo, tal como, pero sin estar limitada a, comunicaciones inalámbricas en las bandas de radio industrial, científica y médica (ISM) (tal como se definen por la ITU-R (Unión Internacional de Telecomunicaciones, sector de comunicaciones por radio) en los puntos 5.138, 5.150 y 5.280 del Reglamento de Radiocomunicaciones), por ejemplo 868 y 915 MHz, para el módulo 160 de control de cooperación única, u otra comunicación inalámbrica y/o bandas de comunicación relevantes. Algunas realizaciones pueden implementar adicionalmente saltos de frecuencia (por ejemplo, ensanchamiento del espectro por saltos de frecuencia) o ensanchamiento del espectro de secuencia directa. El uso del ensanchamiento del espectro de secuencia directa puede implementarse utilizando una frecuencia con un ancho de banda relativamente grande (por ejemplo, +/-100 KHz, +/-250 KHz o valores de ese tipo). La señal transmitida puede ocupar más ancho de banda que la señal de información que está siendo modulada, pero típicamente provoca una interferencia limitada o inexistente con otros sistemas y/u otros componentes de sistemas. El dispositivo de recepción demodula la señal para recuperar la información inicial. El ensanchamiento del espectro de secuencia directa puede proporcionar algunas ventajas en relación al método del ensanchamiento del espectro por saltos de frecuencia, tal como, pero sin estar limitado a, un aumento de la duración de la vida útil de la batería (por ejemplo, puede no resultar necesaria la sincronización), un aumento en la tasa de radio (por ejemplo, puede evitarse un periodo de baja actividad que podría de otro modo estar incluido debido a la fase de sincronización), una instalación simplificada de la red 115 inalámbrica y/o de comunicaciones por radio o la adición de un nuevo dispositivo en una red 115 de comunicación inalámbrica existente (por ejemplo, no se necesita sincronización), puede no tener que funcionar a una frecuencia precisa (por ejemplo, por derivas debidas a la temperatura o a otros factores), y puede proporcionar una buena inmunidad a la interferencia (por ejemplo, eligiendo un código de ensanchamiento productivo).

La zona de cobertura de la comunicación inalámbrica entre el transmisor 125 de campo (por ejemplo, transmitiendo a 25 mW) y el adaptador 165 de radio incorporado por debajo del nivel del suelo en una cámara de válvula de plástico está configurada para ser de al menos 1,5 metros (5 pies), pero en algunos casos puede ser tan grande como 60 metros (200 pies) o más, y está típicamente limitada por la potencia de transmisión del transmisor 125 de campo. La comunicación inalámbrica entre el adaptador de radio y un MRM 130, una RR 135 u otro repetidor relevante puede ser mayor, tal como en el rango incluso alrededor de 300-450 metros (1000-1500 pies) o más (con una potencia de transmisión de 25 mW), dependiendo del posicionamiento relativo (por ejemplo, la altura de la antena), los obstáculos y elementos de ese tipo. Típicamente, la comunicación entre el adaptador 165 de radio y el módulo 160 de control también es inalámbrica, como por ejemplo óptica (por ejemplo, comunicación infrarroja). La antena 516 del adaptador 165 de radio se acopla con el receptor, el transmisor y/o el transceptor en el interior de la carcasa 512 y se extiende desde la carcasa 512.

El adaptador 165 de radio está configurado para comunicar información (por ejemplo, parámetros, programas y/u horarios de riego, condiciones de funcionamiento, niveles de batería, información de sensores, e información de ese tipo) a y/o para recibir información (por ejemplo, horarios, información de sensores, etc.) de el MRM 130, el controlador 120 de riego satélite y/o el controlador 110 de riego central. En algunas implementaciones, el adaptador 165 de radio está configurado para comunicar y/o actuar como una radioestación de retransmisión que se comunica o retransmite información (por ejemplo, parámetros, programas y/u horarios de riego, condiciones de funcionamiento, niveles de batería, información de sensores, e información similar) entre el módulo 160 de control y el MRM 130, el controlador 120 de riego satélite y/o el controlador 110 de riego.

Debe apreciarse que los módulos 160 de control con los que puede cooperar un adaptador 165 de radio pueden variar, teniendo diferentes funcionalidades y/o capacidades. Por ejemplo, algunos módulos 160 de control pueden tener una memoria limitada, tener procesadores y/o software de control de riego más antiguos, y/o tener otras capacidades limitadas. En algunos casos, el módulo de control puede ser un módulo de control de versiones anteriores y/o antiguas de un módulo de control con un primer conjunto funcional, mientras que otros módulos de control pueden ser de versiones posteriores, más modernos o módulos de control actualizados con un segundo conjunto funcional, en donde el primer conjunto funcional es un conjunto funcional reducido o tiene un número limitado de funciones en relación al segundo conjunto funcional que proporciona funcionalidades mejoradas, mayores o diferentes. Por consiguiente, en algunas realizaciones, el adaptador 165 de radio está configurado adicionalmente para detectar un tipo de módulo 160 de control con el que se acopla el adaptador de radio de manera que pueden comunicarse. Basándose en esta identificación, el adaptador 165 de radio puede llevar a cabo diferentes funciones. Por ejemplo, cuando el adaptador 165 de radio detecta que el módulo 160 de control es un módulo de control de versiones anteriores y/o posee un cierto primer nivel de funcionalidad que es inferior a un segundo nivel de funcionalidad para otro tipo de módulo de control, el adaptador 165 de radio puede servir como un controlador de programa de riego así como funcionar como una radioestación de retransmisión.

En algunos casos, el adaptador de radio puede copiar el o los comandos de riego y/o los programas de riego que deben ser implementados por el módulo 160 de control. El adaptador de radio puede implementar los comandos de riego y/o los horarios de riego utilizando la funcionalidad del módulo de control de versiones anteriores para abrir o cerrar válvulas.

Por consiguiente, en algunos casos, el adaptador 165 de radio puede proporcionar funcionalidad a la combinación del adaptador de radio y del módulo de control de versiones anteriores para proporcionar una funcionalidad que sea al menos similar a o la misma que la que corresponde a módulos de control más modernos o módulos de control con funcionalidad mejorada o ampliada en relación al módulo de control de versiones anteriores. En algunas implementaciones, el módulo 160 de control puede funcionar como un esclavo en relación al adaptador de radio que implementa instrucciones del adaptador 165 de radio.

De manera alternativa, cuando el adaptador 165 de radio detecta que el módulo 160 de control es un módulo de control mejorado y/o tiene un mayor nivel de funcionalidad, el adaptador 165 de radio puede simplemente servir como una radioestación de retransmisión. En algunas realizaciones, el adaptador 165 de radio puede configurarse adicionalmente para detectar cuándo ha cambiado, desde haber estado acoplado con un primer tipo de módulo de control a estar acoplado con un segundo tipo diferente de módulo de control, y notificarlo al MRM 130, al controlador 120 de riego satélite y/o al controlador 110 de riego central, y/o adoptar la acción apropiada en relación a su funcionamiento relativo a las diferentes funcionalidades disponibles en el segundo módulo de control.

El adaptador 165 de radio puede dotar adicionalmente a los módulos 160 de control con funcionalidad adicional. En algunos casos, uno o varios programas de riego y/u horarios de riego en un módulo 160 de control pueden copiarse al adaptador 165 de radio, que en parte puede añadir nuevas funcionalidades de riego sin modificar el módulo de control, el software del módulo de control y/o el firmware del módulo de control.

Tal como se describió anteriormente, en algunos casos, el adaptador 165 de radio es hecho funcionar mediante potencia de batería, que puede ser esencialmente cualquier batería que posea suficiente energía almacenada como para alimentar la recepción y/o la transmisión de comunicaciones inalámbricas y el envío y/o la recepción de información al módulo 160 de control (por ejemplo, una única batería alcalina de 9V de tipo 6AM6 (certificaciones internacionales) o de tipo 6LR61 (certificaciones europeas)). En otros casos, el adaptador 165 de radio puede obtener alimentación eléctrica del módulo 160 de control o de otro dispositivo con el que se conecta el adaptador de radio. La cooperación entre el adaptador 165 de radio y el módulo 160 de control proporciona un camino de comunicación óptica (por ejemplo, comunicación infrarroja). Más aún, puede establecerse un sello estanco para evitar que el agua interfiera con la comunicación óptica.

La FIG. 6 representa una vista en perspectiva de un módulo 160 de control que coopera con y está en comunicación con un adaptador 165 de radio de acuerdo con algunas realizaciones. El adaptador 165 de radio coopera físicamente con el módulo 160 de control y está sujeto al mismo. Por ejemplo, el adaptador 165 de radio puede sujetarse al módulo 160 de control de tal manera que la interfaz 414 de comunicación óptica del módulo de control esté alineada con una interfaz o puerto de comunicación óptica similar en el adaptador 165 de radio. En algunos casos, las interfaces ópticas están selladas conjuntamente a través de una conexión macho-hembra. El módulo 160 de control y el adaptador 165 de radio pueden, en algunos casos, incluir elementos adicionales como enclavamiento, machihembrado, encaje a presión, surcos, escotaduras, extensiones, y/u otros mecanismos tales para mantener el posicionamiento correcto entre el módulo 160 de control y el adaptador 165 de radio. El adaptador 165 de radio puede cooperar con el módulo 160 de control a través de otros mecanismos de comunicación, tal como a través de comunicación por cable, comunicación inalámbrica o sistemas similares. De manera similar, cuando el adaptador 165 de radio coopera físicamente con el módulo de control, la cooperación física puede llevarse a cabo esencialmente a través de cualquier método, tal como, pero sin limitarse a, deslizarse en una ranura, encaje a presión, enclavamiento, pegado mediante adhesivo, pinzas, encaje por compresión y otros métodos similares. En un ejemplo que no es parte de la presente invención, el adaptador 165 de radio está incorporado con o en el módulo 160 de control formando un único dispositivo o unidad.

La FIG. 7A representa una vista superior simplificada de un transmisor 125 de campo de acuerdo con algunas realizaciones. El transmisor 125 de campo incluye una carcasa 712, una interfaz física o cordón 714 de conexión directa (por ejemplo, óptica o cable de fibra óptica), y una interfaz 716 de usuario. Más aún, tal como se describió anteriormente, el transmisor de campo comprende adicionalmente uno o varios procesadores, controladores, memorias, transmisores de señal inalámbricos, receptores, y/o transceptores, detectores, decodificadores y codificadores situados en el seno de la carcasa 712. En algunos casos, pueden incluirse una o varias interfaces de comunicación adicionales (por ejemplo, USB u otras interfaces de comunicaciones de ese tipo) para permitir que el transmisor 125 de campo se comunique con el controlador 110 de riego central, el computador, el MRM 130, la RR 135 u otro dispositivo relevante. El transmisor 125 de campo puede funcionar típicamente con baterías, habitualmente utilizando una batería recargable. Por consiguiente, una o varias de las interfaces de comunicación pueden proporcionar adicionalmente alimentación de energía eléctrica para cargar la batería, o bien puede incluirse otro puerto para recibir alimentación de energía eléctrica. En algunas realizaciones, la batería del transmisor de campo puede ser recargable, como por ejemplo a través de un enchufe de corriente alterna externo.

El transmisor 125 de campo está configurado para comunicarse con los módulos 160 de control y los adaptadores 165 de radio y proporcionar configuración y programas a los mismos. La comunicación puede establecerse mediante comunicación inalámbrica a través del adaptador 165 de radio y/o a través de comunicación directa utilizando el cable 714 de conexión, que en algunas realizaciones establece una comunicación infrarroja. La cooperación entre el cordón 714 de conexión directa y la interfaz 414 de comunicación del módulo 160 de control puede realizarse esencialmente a través de cualquier tipo de cooperación, tal como, pero sin limitarse a, roscado, encaje a presión,

cierre a presión, fijación por compresión y otros métodos relevantes. El transmisor 125 de campo, en al menos algunas realizaciones, está configurado adicionalmente para proporcionar comunicación inalámbrica con uno o varios adaptadores 165 de radio y módulos 160 de control, MRMs 130, RRs 135 y/u otros dispositivos relevantes. Puede implementarse una red de riego sin el controlador de riego central, el MRM y las RRs, y utilizando los módulos de control, los adaptadores 165 de radio y los transmisores de campo. El controlador 110 de riego central, los MRM 130 y/o las RRs 135, sin embargo, proporcionan características adicionales de funcionalidad, control, cooperación, distribución mejorada, y otras características propias al sistema 100 de riego.

En algunas realizaciones, el cordón 714 de conexión directa puede retirarse del transmisor 125 de campo de tal manera que el transmisor de campo solamente proporciona comunicación inalámbrica cuando el cordón se retira. Por ejemplo, el transmisor 125 de campo puede incluir un panel retirable que puede permitir que el cordón 714 de conexión directa se desenganche de un transmisor y/o transceptor ópticos internos a la carcasa 712. De nuevo, el transmisor 125 de campo puede comunicarse de manera inalámbrica con los adaptadores 165 de radio, los MRMs 130 y/o las RRs 135 a través de radio u otra comunicación inalámbrica, tal como, pero sin limitarse a, una o varias bandas de radio ISM. Las zonas de cobertura de la comunicación inalámbrica pueden variar dependiendo de muchos factores, tales como la potencia de transmisión, los obstáculos, la interferencia y similares. En algunos casos, el transmisor de campo tiene una zona de cobertura con el adaptador de radio situado en una cámara de válvula y la transmisión de 25 mW de potencia de al menos 1,5 metros (5 pies), y en algunos casos puede ser de más de 100 metros (350 pies). Las zonas de cobertura de comunicación con el MRM 130 y/o la RR 135 son típicamente mayores. En algunas implementaciones, el transmisor 125 de campo puede comunicarse adicionalmente de manera inalámbrica con uno o varios módulos 160 de control a través de un módulo de control equipado con un MRM 130 y un adaptador de radio y/o a través de un módulo de control equipado con una RR 135 y un adaptador de radio. Algunas realizaciones proporcionan adicionalmente comunicaciones seguras o privadas. Por ejemplo, pueden incluirse software de seguridad y/o un chip de seguridad en un transmisor 125 de campo, un MRM 130, una RR 135, módulos 160 de control, y/o adaptadores 165 de radio para proporcionar una impugnación y/o protección de seguridad por autenticación a las comunicaciones por radio y/u ópticas entre componentes del sistema 100 de riego. Estas protecciones, en algunos casos, pueden evitar que los componentes del sistema de riego se intercomunican a no ser que haya tenido lugar de manera exitosa la autenticación entre ellos. Adicionalmente, en algunas realizaciones, el transmisor 125 de campo puede configurarse para medir zonas de cobertura de radio en el campo situado entre el MRM y las RRs, entre RRs y entre el MRM o la RR y un adaptador de radio. Esto puede ayudar a un usuario a identificar, al menos en parte, la colocación de RRs, de adaptadores de radio y de dispositivos similares al configurar el sistema 100 de riego.

Haciendo referencia todavía la FIG. 7A, la interfaz 716 de usuario del transmisor de campo puede incluir una o varias pantallas 720 de visualización, botones 722, ruedas de desplazamiento y/u otros mecanismos similares que permitan al usuario interactuar con el transmisor 125 de campo. Por ejemplo, la pantalla 720 de visualización puede ser una pantalla de cristal líquido (LCD, *Liquid Crystal Display*), una pantalla LCD con retroiluminación, una pantalla táctil, y/u otra pantalla de visualización relevante. Los botones 722 u otras opciones de interacción con el usuario, que pueden ser físicas y/o virtuales, pueden permitir al usuario acceder a la información mostrada en la pantalla de visualización y/o activar el transmisor 125 de campo para que realice una acción, tal como comunicar programación y/u horarios de riego a un módulo 160 de control. Por consiguiente, la pantalla de visualización puede mostrar una gran cantidad de información, por ejemplo, a través de la visualización de varios menús (que pueden mostrarse de acuerdo con un idioma seleccionado por el usuario). Más aún, la interfaz 716 de usuario puede permitir a un usuario visualizar operaciones llevadas a cabo por el transmisor 125 de campo, recibir información acerca del transmisor de campo, el sistema 100 de riego, un módulo 160 de control, sensores, u otros dispositivos del sistema, información de entrada y/u horarios de riego y llevar a cabo otras acciones.

El transmisor 125 de campo puede estar alimentado por una fuente de suministro de potencia de corriente alterna y/o una batería (por ejemplo, una o varias baterías recargables). La pantalla 720 de visualización puede mostrar menús que pueden ser utilizados por el usuario. En algunos casos, los menús se muestran como menús desplegados. En algunos casos, el transmisor de campo puede permitir a un usuario definir un nombre para el transmisor de campo, un módulo 160 de control, un adaptador 165 de radio, una válvula de riego, una estación de riego y/o un programa de riego. El transmisor de campo puede configurarse para permitir a un usuario seleccionar uno de entre una pluralidad de idiomas deseados. Pueden grabarse de manera local uno o varios programas de riego dentro de los transmisores de campo. Estos programas de riego guardados pueden ser comunicados a módulos de control y/o utilizarse para restaurar un módulo de control. Más aún, el transmisor de campo puede proporcionar una instrucción o función de retraso por lluvia (por ejemplo, de entre 1 y 14 días) que puede comunicarse a uno o varios de los módulos 160 de control y/o los adaptadores 165 de radio. En algunas realizaciones, el transmisor 125 de campo (y/o el controlador 110 de riego central) puede comprobar los programas de riego de los módulos 160 de control y/o comprobar la implementación o la historia de estos programas.

Al proporcionar programación de riego a un módulo 160 de control y/o a un adaptador 165 de radio, el transmisor de campo en algunas implementaciones puede configurarse para permitir a un usuario seleccionar uno o varios ciclos de riego por cada programa de riego (por ejemplo, uno o varios ciclos A, B o C). Más aún, en algunas realizaciones, el transmisor de campo puede definir un balance hidrológico por programa (por ejemplo, A/B/C) y/o por mes (que pueden definirse por parte del controlador 110 de riego central, un usuario, o pueden obtenerse de otra fuente, tal

como una tercera fuente). En algunas realizaciones, el transmisor 125 de campo está configurado adicionalmente para permitir a un usuario iniciar acciones manuales (por ejemplo, activar un programa de riego, una estación o una válvula, interrumpir el riego, cancelar el riego (total o parcialmente), retrasar el riego, u otras acciones de ese tipo). Adicionalmente, el transmisor 125 de campo puede mostrar información al usuario, tal como información del estado de estaciones de riego, información de sensores, programación de horarios y otra información relevante.

La FIG. 7B muestra una representación de diagrama de bloques de acceso a menús y/o menús de interfaz de usuario accesibles a través del transmisor 125 de campo de acuerdo con algunas realizaciones. En algunas realizaciones, pueden estar disponibles los mismos o similares accesos de menú y/o menús de interfaz de usuario a través del controlador 110 de riego central y/o un MRM 130 a través de una interfaz de usuario de un controlador 120 de riego satélite.

En algunas realizaciones, el transmisor 125 de campo está configurado para mostrar menús relevantes dependiendo del tipo de conexión, del dispositivo con el que se está comunicando el transmisor de campo, de las funcionalidades y/o de los programas del dispositivo con el que se está comunicando, y otros factores y/o combinaciones de los mismos. Por ejemplo, el transmisor 125 de campo puede mostrar menús y/o funciones de acuerdo con diferentes conjuntos de menús. Un primer conjunto de menús puede estar implementado por el transmisor de campo, por ejemplo, cuando el transmisor de campo está directamente acoplado (por ejemplo, mediante enlace de infrarrojos) con un módulo 160 de control de capacidad limitada y/o con un módulo de control de versiones anteriores. Un segundo conjunto de menús puede estar implementado por el transmisor de campo cuando está directamente conectado (por ejemplo, mediante enlace de infrarrojos) con un módulo de control que posee mayores capacidades que los módulos limitados o de versiones anteriores; o cuando la conexión es a través de un adaptador 165 de radio con una capacidad limitada, de versiones anteriores o con un módulo 160 de control de capacidades avanzadas. Un tercer conjunto de menús puede estar implementado por el transmisor de campo cuando la conexión se produce a través de un adaptador de radio con un módulo 160 de control configurado para cooperar con el software de control de riego central. Un cuarto conjunto de menús puede estar implementado cuando el transmisor 125 de campo está conectado a través de un adaptador 165 de radio con una capacidad limitada o un módulo 160 de control de versiones anteriores cuando el módulo de control está configurado para cooperar con el software de control de riego central. También pueden proporcionarse otros conjuntos de menús. De manera similar, pueden proporcionarse todavía otros menús y/o conjuntos de menús cuando el módulo de campo está en comunicación con un MRM 130 o una RR 135. Las variaciones en capacidades, funciones y similares proporcionadas a través de diferentes conjuntos de menús pueden depender de los módulos de control y/o de los adaptadores de radio.

Puede accederse a diversos menús, controles y características propias a través del transmisor 125 de campo, utilizado para implementar una comunicación y/o para programar los módulos 160 de control y/o los adaptadores 165 de radio. Algunos de los menús y/o características propias de los menús pueden incluir: configuración inicial del transmisor 125 de campo, establecimiento de hora/día, ajuste de contraste, personalización del nombre del transmisor de campo, selección del idioma del transmisor de campo, establecimiento del tiempo de iluminación de la pantalla, restauración de la configuración inicial, visualización de los datos del transmisor de campo, programación del transmisor de campo, creación de horarios de riego, definición de días de irrigación, establecimiento de horas de inicio, establecimiento de tiempos de irrigación, transmisión de hora, fecha y programa de riego, definición de programación de balance hidrológico, establecimiento de ajustes estacionales (por ejemplo, por programa, por mes, etc.), lectura de programas de riego, transmisión de programas de riego, cancelación de riego (total, parcial), activación manual de estación, activación manual de programa, ensayos de riego en una o algunas o todas las estaciones, lluvia ON/OFF y/o retraso por lluvia, guardado de programas de riego, guardado de programas de riego en un módulo 160 de control y/o un adaptador 165 de radio, personalización de nombres de módulos de control y de estaciones, marcado de radio, definición o cambio de un número de red de dispositivos de radio, búsqueda por radio de adaptadores de radio, recepción de un programa proveniente del módulo de control vía radio, transmisión de un programa vía radio, acceso a información de sensor, configuración de sensores y/o de umbrales de sensores (por ejemplo, tal como están configurados por el software de control de riego del controlador central), construcción de red (por ejemplo, aumento de la zona de cobertura de radio entre el transmisor de campo y el adaptador de radio, zona de cobertura de radio óptima entre transmisor de campo y adaptador de radio, comunicaciones con MRM 130 y RRs 135), marcado de retransmisión de radio, y/u otras características propias, funciones y/u opciones tales.

La FIG. 8 representa un ejemplo simplificado de los botones 812-818 de una interfaz 716 de usuario de un transmisor 125 de campo de acuerdo con algunas realizaciones. En algunas realizaciones, los botones pueden proporcionar una o varias funciones, lo que puede depender de un estado de funcionamiento y/o de la información u opciones mostradas en la pantalla 720 de visualización. Por ejemplo, en la realización representada en la FIG. 8, los botones pueden incluir un botón 812 de menú principal o de inicio, un botón 813 de navegación por programa de riego, botones 814-817 de "arriba", "abajo", "izquierda" y "derecha", respectivamente, y un botón 818 de *enter*, "OK" o selección. El botón 812 de menú principal, cuando es seleccionado, puede hacer que el transmisor 125 de campo vuelva a mostrar un menú principal que permite al usuario interactuar con el transmisor de campo. En algunos casos, el botón 812 de menú principal puede actuar adicionalmente como un botón de encendido para, por ejemplo, presionar y sostener el botón de menú principal durante un período de tiempo predefinido (por ejemplo, 2-3 segundos).

El botón 813 de navegación por programas de riego puede permitir al usuario moverse entre diferentes programas de riego. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un módulo 160 de control puede implementar 1-3 programas de riego diferentes y/o el transmisor 125 de campo puede estar programado con uno o varios horarios de riego (por ejemplo, 1-3 diferentes horarios de riego). Por consiguiente, el botón 813 de navegación por programas de riego permite al usuario moverse entre los diferentes horarios de riego programado.

El botón 814 de “arriba” puede proporcionar múltiples funciones diferentes dependiendo de un estado de funcionamiento. Por ejemplo, el botón 814 de “arriba” puede generar un desplazamiento hacia arriba a través de un menú; puede provocar un aumento en un valor numérico (o alcanzar un valor superior) cuando se muestra un modo de entrada de datos; puede generar una confirmación de un día de irrigación a “ON” o un modo “ON” de funcionamiento de una estación cuando se define un horario de riego o una anulación manual; y/u otras funciones similares. De manera similar, el botón 815 de “abajo” puede proporcionar múltiples funciones dependiendo de un estado de funcionamiento, tales como, pero sin limitarse a, generar un desplazamiento hacia abajo a través de un menú; una disminución en un valor numérico; una confirmación de un día de irrigación a “OFF” o un modo “OFF” de funcionamiento de una estación; y/u otras funciones similares. El botón 816 de “izquierda” puede proporcionar funciones tales como, pero sin limitarse a, generar un desplazamiento hacia la izquierda a través de diferentes menús; moverse a través de un menú hasta una opción que está a la izquierda; generar una transición a un menú previo (por ejemplo, un comando “volver”); reinicializar un valor numérico; validar una entrada; y/u otras funciones similares. El botón 817 de “derecha”, de manera similar al botón de “izquierda”, proporciona funciones tales como, pero sin limitarse a, generar un desplazamiento hacia la derecha a través de diferentes menús; moverse a través de un menú hasta una opción que está a la derecha; generar una transición a un menú siguiente (por ejemplo, un comando “continuar”); confirmar una entrada; y/u otras funciones similares. El botón 818 “OK” también puede proporcionar diferentes funciones dependiendo de un estado de funcionamiento del transmisor 125 de campo y/o del dispositivo (por ejemplo, un MRM 130, una RRs 135, un adaptador 165 de radio y/o un módulo 160 de control) en comunicación con el transmisor de campo. Por ejemplo, el botón 818 de “OK” puede proporcionar una confirmación de una entrada, una selección de una entrada resaltada en un menú, una habilitación o inhabilitación de una entrada en un menú mostrado o en la interfaz de usuario, y/u otras funciones similares. En algunos casos, uno o varios de los botones pueden activar una operación de marcado de radio con uno o varios dispositivos que se pretenden incorporar en el sistema 100 de riego.

Volviendo a hacer referencia a la FIG. 1, el controlador 110 de riego central puede ser un dispositivo de control de riego central dedicado o bien puede implementarse utilizando un computador, tal como un ordenador de mesa o un ordenador portátil, utilizando múltiples dispositivos de computación, computadores, servidores y/o tales dispositivos distribuidos en una o varias redes (por ejemplo, redes de área local, redes de área doméstica, una red de área amplia y/o la red Internet, u otros dispositivos relevantes o combinaciones de dichos dispositivos. Más aún, el controlador 110 de riego central puede recibir modificaciones en el horario de riego y/o puede determinar ajustes en el horario de riego, tales como ajustes en relación a condiciones ambientales, cargas de bombas, balance hidrológico volumétrico, cambios en los horarios programados en uno o varios controladores 120 de riego satélite o módulos 160 de control, problemas de alimentación de energía eléctrica, u otros problemas de ese tipo. El controlador 110 de riego central puede comunicarse con los controladores 120 de riego satélite a través de métodos de comunicación por cable o inalámbricos.

Típicamente, el controlador 110 de riego central puede comunicarse adicionalmente en una red distribuida con uno o varios otros dispositivos y/o servicios remotos, tales como un servicio de datos de meteorología, un servicio de datos de evapotranspiración (ET), una autoridad de riego, un servicio de información histórica o un dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, datos meteorológicos históricos, datos ET históricos, y otros datos históricos de ese tipo), y otros dispositivos y/o servicios relevantes. Más aún, en algunos casos, puede accederse al controlador 110 de riego central de manera remota por parte de uno o varios usuarios a través de una red utilizando un ordenador, un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, un asistente personal digital, un teléfono móvil, un ordenador portátil u otro dispositivo inalámbrico de ese tipo), u otros dispositivos similares.

El o los controladores 120 de riego satélite pueden adicionalmente acoplarse con una o varias válvulas de riego para controlar el caudal de agua a uno o varios dispositivos y/o sistemas de distribución de agua (por ejemplo, aspersores, líneas de goteo, etcétera) al implementar uno o varios horarios de riego. Por ejemplo, los controladores 120 de riego satélite pueden implementarse utilizando una o varias realizaciones de controlador de riego satélite descritos en las Patentes de EE. UU. N° 7.640.079, 7.844.367, la Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU. N° 12/837.381, presentada el 15 de julio de 2010 por Marsters y otros, titulada MÉTODO Y APARATO PARA PROGRAMAR UN RIEGO BASADO EN DECODIFICADOR (*METHOD AND APPARATUS FOR PROGRAMMING A DECODER-BASED IRRIGATION*), y/o la Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU. N° 13/224.140, presentada el 1 de septiembre de 2011 por Marsters y otros, titulada MÉTODOS Y SISTEMAS PARA SER UTILIZADOS EN CONTROL DE RIEGO (*METHODS AND SYSTEMS FOR USE IN CONTROLLING IRRIGATION*), controladores de riego satélite comercializados por la compañía Rain Bird Corporation (por ejemplo, la serie ESP-LX de controladores de riego satélite (por ejemplo, ESP-LXME, ESP-LXMEF, ESP-LXD, etc.), y/o un otros controladores de riego satélite de Rain Bird), u otros controladores de riego satélite relevantes de ese tipo.

Más aún, en algunas realizaciones, el MRM 130 cooperan con un controlador 120 de riego satélite. Por ejemplo, el

MRM 130 puede estar situado en el exterior del controlador 120 de riego satélite y puede estar acoplado de manera que puede comunicarse con el controlador de riego satélite. En otras realizaciones, el MRM 130 puede estar situado dentro del controlador de riego satélite y recibir alimentación de energía eléctrica del controlador de riego satélite. Más aún, en algunos casos, el MRM 130 puede estar situado dentro de una ranura de módulo o de un controlador de riego satélite modular configurado para recibir uno o varios módulos que proporcionan diversas funcionalidades al controlador de riego satélite.

La FIG. 9 representa un diagrama simplificado de un controlador 120 de riego satélite que coopera con un MRM 130, de acuerdo con algunas realizaciones. El controlador 120 de riego satélite puede estar acoplado de manera que puede comunicarse con el controlador 110 de riego central a través de una comunicación por cable o inalámbrica al menos en parte para recibir horarios de riego. Más aún, el controlador 120 de riego satélite puede recibir o comunicar nuevas programaciones de horarios de riego, modificaciones o anulaciones de horarios de riego, y/o puede determinar ajustes en el horario programado de riego. En algunas realizaciones, el controlador 120 de riego satélite puede ser un sistema de control de riego satélite basado en decodificador. Por ejemplo, el controlador 120 de riego satélite puede enviar potencia de funcionamiento y datos sobre una línea de transmisión multi-hilo (por ejemplo, 2 o 3 hilos) a una o varias unidades de decodificación (por ejemplo, unidades de decodificación) cada una de ellas acopladas en diversas ubicaciones a la línea multi-hilo (no mostrado). Cada unidad de decodificación deriva potencia de funcionamiento desde la línea multi-hilo y controla el funcionamiento de una o varias válvulas de irrigación o de otros dispositivos de aspersión. El controlador 120 de riego satélite puede incluir de manera funcional o estar acoplado con un dispositivo de interfaz de campo que modula o codifica datos, típicamente en una forma de onda de potencia, para alimentar con potencia y dirigirse a y comunicarse con las unidades de decodificación. Por ejemplo, el controlador 120 de riego satélite puede incluir un módulo de codificación que puede codificar señales sobre la línea de transmisión multi-hilo. Los sistemas basados en decodificador son en general bien conocidos en su estructura y su funcionamiento por parte de aquellas personas con conocimientos ordinarios sobre la técnica. Un ejemplo de un sistema de decodificación conocido incluye el sistema de controlador de decodificación PAR+ES y los decodificadores FD-101, FD-102, FD-202, FD-401 y FD-601 comercializados por la compañía Rain Bird Corporation.

En muchas realizaciones, el controlador 120 de riego satélite incluye un panel 912 de control que coopera con una carcasa 914. El panel 912 de control puede incluir una interfaz de usuario (no mostrada) que puede comprender, por ejemplo, una o varias pantallas de visualización, botones, mandos giratorios, interruptores, indicadores, diodos emisores de luz (LEDs), y/u otras características y/o elementos. En muchos casos, el panel 912 de control puede sujetarse de manera que puede retirarse dentro de la carcasa 914. En la FIG. 9, el panel 912 de control está sujeto de manera giratoria a la carcasa permitiendo que el panel 912 de control pueda oscilar exponiendo un lado trasero del panel de control y exponiendo el plano 916 trasero situado dentro de la carcasa 914 del controlador de riego satélite. Tal como se mencionó anteriormente, en algunos casos el controlador 120 de riego satélite puede ser un controlador de riego modular con uno o varios módulos 920-923 que cooperan con el plano 916 trasero y están acoplados de manera que pueden comunicarse con el panel 912 de control a través del plano trasero y de uno o varios conectores de comunicación entre el panel 912 de control y el plano 916 trasero (por ejemplo, un bus, un cable de cinta, etc.).

En algunas realizaciones, el panel 912 de control puede de manera adicional cooperar y/o recibir una interfaz de comunicación o un Cartucho 930 de Comunicaciones de Red (NCC). El NCC 930 se acopla con el panel 912 de control y, en algunos casos, se monta en y/o se sitúa en el interior del lado trasero del panel de control (por ejemplo, en el seno de un puerto de recepción o interfaz del panel de control). El NCC 930 establece y proporciona uno o varios enlaces de comunicación por cable (por ejemplo, utilizando un enlace de comunicaciones RS-232, Ethernet, fibra óptica, teléfono, u otros enlaces de ese tipo o combinaciones de tales enlaces) y/o enlaces de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, comunicación de Red de Área Local (LAN) inalámbrica (Wi-Fi), móvil (por ejemplo, GPRS), radiofrecuencia, óptica, u otros protocolos de comunicación inalámbrica de ese tipo o combinaciones de tales protocolos) entre el panel 912 de control y uno o varios de los controladores 110 de riego central, otros controladores de riego satélite, sensores y/o uno o varios MRMs 130.

Típicamente, la comunicación entre el NCC 930 y el MRM 130 se establece sobre un enlace de comunicación por cable separado (por ejemplo, un bus RS-485, cable de cinta, cable coaxial, etc.), el plano 916 trasero u otro camino de comunicación. En algunas realizaciones, la memoria del NCC 930, y/o en cooperación con la memoria del panel 912 de control y/o del MRM 130, almacena código de programa ejecutable o instrucciones de programa ejecutables que, cuando son ejecutadas por un procesador del NCC, hacen que el NCC lleve a cabo una o varias funciones, tales como, pero sin limitarse a, comunicarse con otros dispositivos, comunicarse con el panel 912 de control, comunicarse con un MRM 130, comunicarse con otro NCC u otro controlador de riego satélite, volver a programar (*reflash*) el panel 912 de control, y/u otras funciones de ese tipo. En algunos casos, el NCC 930 puede implementarse a partir de un NCC proporcionado por la compañía Rain Bird Corporation. El MRM 130 puede aparecer para el controlador 120 de riego satélite, en al menos algunas realizaciones, como un satélite cliente para el panel 912 de control.

Adicionalmente, en algunas realizaciones, el controlador 120 de riego satélite puede comunicarse con el MRM 130 y/o implementar algún control relativo al MRM, a una o varias RRs, o a uno o varios módulos 160 de control en el seno de una red 140 MRM asociada al MRM asociado con el controlador 120 de riego satélite. Por ejemplo, el

controlador de riego satélite puede hacer que el MRM 130 inicie uno o varios comandos manuales y/o el panel 912 de control del controlador 120 de riego satélite puede incluir una pantalla de visualización (no mostrada en la FIG. 9) que puede utilizarse para mostrar información acerca de uno o varios módulos 160 de control o más adaptadores 165 de radio, el MRM 130 y/o la RR en el seno de una red 140 MRM, que puede haberse obtenido en algunos casos a través de comandos manuales. Estos comandos y/o esta información puede incluir esencialmente cualesquiera comandos y/o informaciones relevantes tales como, pero sin limitarse a, mostrar nivel de batería, probar nivel de batería, marca de tiempo de la última comprobación del nivel de batería, iniciar válvula o estación, iniciar programa de riego, cancelar todo, probar todas las válvulas o estaciones, retrasar por lluvia, auto apagar, sincronizar, sincronizar hacia atrás, recuperar informes, firmware MRM/RR u otra versión de programación, actualizar firmware o programación MRM/RR y/u otras informaciones o comandos de ese tipo.

Haciendo referencia todavía la FIG. 9, uno o varios MRMs 130 pueden estar acoplados con o estar instalados en el controlador 120 de riego satélite. Por ejemplo, el MRM 130 puede estar situado en una o varias ranuras de montaje de módulo del plano 916 trasero. El MRM 130 puede, en algunas implementaciones, recibir alimentación de energía eléctrica a través del controlador 120 de riego satélite, por ejemplo desde un transformador 934 que coopera con el plano 916 trasero. El MRM 130 se acopla con una antena 936 para proporcionar una comunicación inalámbrica. Tal como se describió anteriormente, también pueden existir otros controladores 120 de riego satélite que incluyen un MRM y/u otros controladores 120 de riego satélite que no incluyen un MRM que forman parte de un sistema 100 de riego más grande.

El NCC 930 puede admitir telemetría enviada por el controlador 120 de riego satélite y por el MRM 130 al controlador 110 de riego central o a otro controlador de riego satélite. El MRM 130 proporciona comunicación inalámbrica con uno o varios módulos 160 de control a través de adaptadores 165 de radio acoplados, una o varias RRs 135 y/o el transmisor 125 el campo. La comunicación entre el MRM 130 y la o las RRs 135 puede retransmitir adicionalmente información entre el MRM 130 y los módulos 160 de control. La zona de cobertura inalámbrica del MRM puede depender del dispositivo que recibe la comunicación, de los obstáculos o las barreras situadas entre el MRM y el dispositivo receptor, de la absorción, de la reflexión, de la posición de la antena, de la potencia de transmisión y/u de otros factores relevantes, y típicamente de la combinación de múltiples factores. En algunas implementaciones, el MRM 130 transmite de manera inalámbrica utilizando una potencia de 25 mW en una o varias de las bandas ISM o en otras bandas de comunicación inalámbrica. A este nivel de potencia, la zona de cobertura entre el MRM y una RR puede ser de aproximadamente 1200 metros (alrededor de 4000 pies) en un ambiente al aire libre. Esta zona de cobertura puede ser mayor en algunos casos, como por ejemplo en el caso en el que una RR esté situada por encima del nivel del suelo (por ejemplo, entre 2 y 15 metros (entre aproximadamente 6 y 50 pies) o más por encima del nivel del suelo. De nuevo, la zona de cobertura puede variar dependiendo de la implementación, de la potencia, etc. En algunos casos, el MRM 130, la RR 135 y/u otros dispositivos del sistema 100 de riego pueden implementar de manera adicional saltos de frecuencia (por ejemplo, ensanchamiento del espectro por saltos de frecuencia) o ensanchamiento del espectro de secuencia directa, tal como se describió anteriormente.

El MRM 130 puede configurarse para comunicarse esencialmente con un número cualquiera de módulos 160 de control, RRs 135 y/o transmisores 125 de campo. En algunas configuraciones, sin embargo, el número de módulos 160 de control que pueden ser admitidos directamente por un MRM 130, y/o el número de RRs 135 que pueden ser admitidas puede igualmente ser limitado. Por ejemplo, un MRM 130 puede, en algunos casos, configurarse para admitir directamente hasta 32 módulos 160 de control, y para admitir adicionalmente comunicación inalámbrica con hasta 15 RRs 135, lo que permite al MRM 130 admitir comunicación con un total de hasta 512 módulos 160 de control desde RRs 135 que tienen interfaz con el MRM 130 (por ejemplo, 32 módulos de control admitidos directamente del MRM y 480 módulos de control adicionales (es decir, 32 módulos de control x 15 RRs)). Pueden configurarse otras implementaciones para admitir un número mayor o menor de módulos, RRs, MRMs y/u otros dispositivos (por ejemplo, dependiendo de la memoria, las capacidades de procesado, el protocolo de comunicación utilizado, etc.).

De manera similar, el controlador 110 de riego central puede admitir esencialmente cualquier número de MRMs 130, RRs 135 y/o módulos 160 de control. De nuevo, sin embargo, algunas realizaciones pueden aplicar límites debido, por ejemplo, a la capacidad de memoria, ancho de banda, retrasos y otros factores relevantes. Por ejemplo, el controlador 110 de riego central y/o el software de control de riego central implementado por el controlador de riego central pueden configurarse para gestionar hasta 250 MRMs utilizando diferentes modos de comunicación. Esta configuración, sin embargo, podría permitir potencialmente hasta 128.000 módulos 160 de control (es decir, si cada uno de los 250 MRMs fuese cargado con 512 módulos de control por red MRM correspondiente). De nuevo, en algunas configuraciones pueden aplicarse algunos límites adicionales en los que, por ejemplo, cada MRM puede estar limitado a gestionar hasta 512 módulos 160 de control (por ejemplo, controlando directamente hasta 32 módulos de control, y hasta 480 módulos de control adicionales hasta llegar a 15 RRs 135, en donde las RRs están limitadas para gestionar hasta 32 módulos de control). Por consiguiente, pueden aplicarse límites en el número de MRMs 130, RRs 135 y/o módulos 160 de control en un sistema 100 de riego dado.

La FIG. 10 representa una vista superior simplificada de un MRM 130 de acuerdo con algunas realizaciones. El MRM 130 incluye una carcasa 1012, un conector 1014 de antena y una o varias interfaces o puertos 1016-1017 de comunicación. En algunas realizaciones, pueden incluirse uno o varios indicadores 1020-1021 (por ejemplo, LEDs)

que indican operaciones y/o estados. El MRM 130 puede incluir adicionalmente soportes de montaje u otras estructuras (no mostradas) para permitir que el MRM coopere con el plano 916 trasero del controlador 120 de riego satélite.

5 Una o varias de las interfaces 1016 de comunicación pueden configurarse para permitir que el MRM 130 se conecte con el NCC 930. Más aún, en algunas realizaciones, una segunda interfaz 1017 de comunicación puede conectarse con otro MRM 130 para permitir un encadenamiento tipo margarita de MRMs y aumentar el número de módulos de control que pueden controlarse sin necesidad de utilizar un segundo controlador 120 de riego satélite. En algunos casos, un MRM puede tener una dirección fija en un bus de comunicación, y, por consiguiente, puede direccionarse un único MRM sobre el bus. El conector 1014 de antena está configurado para conectar la antena 936 al MRM 130.
10 En algunas realizaciones, la antena 936 se extiende exteriormente a la carcasa 914 del controlador de riego satélite (por ejemplo, a través de un orificio abierto en la carcasa).

La FIG. 11 representa una vista en perspectiva de una RR 135 de acuerdo con algunas realizaciones. La RR 135 de la FIG. 11 incluye una carcasa 1112 con una tapa 1114. La carcasa contiene uno o varios procesadores, controladores, memorias, receptores de señal inalámbricos, transmisores y/o transceptores, detectores, decodificadores, codificadores, antenas, y/u otras partes relevantes. La carcasa 1112 y/o la tapa 1114 pueden estar
15 construidas de plástico, de PVC, de metal, de madera, de fibra de vidrio o de otros materiales relevantes o combinaciones de tales materiales. En muchas realizaciones, la antena se posiciona en dirección vertical, y la tapa 1114 puede incluir un saliente 1116 de antena que puede proteger la antena permitiendo a la vez la comunicación inalámbrica. Tal como se describió anteriormente, la RR 135 puede comunicarse con MRMs 130, otras RRs 135, un transmisor 125 de campo y/o adaptadores 165 de radio.
20

En algunas realizaciones, la RR 135 puede incluir uno o varios interruptores 1130 exteriores que pueden activar la RR 135, desactivar la RR, reiniciar la RR, o hacer que la RR lleve a cabo otras funciones. De manera similar, uno o varios interruptores interiores (no mostrados) pueden estar incluidos de manera adicional o de manera alternativa. En algunas implementaciones, el interruptor 1130 exterior puede ser un interruptor magnético que está situado en el exterior que coopera con la carcasa 1112 (por ejemplo, en la tapa 1114) que coopera con un botón interior, un interruptor interior o un dispositivo similar. Por consiguiente, el interruptor 1130 exterior puede hacer que la RR 135 se reinicie (o lleve a cabo otra acción relevante) sin tener que abrir la carcasa. Por ejemplo, el interruptor 1130 exterior puede activar un interruptor o botón interno que es detectado por el firmware de la RR que puede a su vez
25 implementar el reinicio o llevar a cabo otra acción. El mismo interruptor exterior o uno diferente puede, de manera adicional o de manera alternativa, hacer que la RR emita su presencia intentando acoplarse de manera que pueda comunicarse con un MRM 130 y/o con uno o varios adaptadores 165 de radio, iniciar un marcado de radio de la RR 135 y/o provocar otra acción. El interruptor 1130 exterior puede, por ejemplo, estar desplazado por un resorte de tal manera que el interruptor retorna a un estado inicial después de haber sido disparado por un usuario. Más aún, el interruptor 1130 exterior puede, en algunas realizaciones, estar asociado con múltiples funciones diferentes (por ejemplo, mantener apretado el interruptor durante un primer período de tiempo puede provocar la ejecución de una función, mientras que mantener apretado el interruptor durante un segundo período de tiempo puede provocar la ejecución de una segunda función; activar de manera secuencial el interruptor un primer número de veces predeterminado provoca una activación de una primera función, mientras que activar de manera secuencial el interruptor un segundo número de veces predeterminado provoca una activación de una segunda función; u otras acciones de ese tipo).
30
35
40

Tal como se describió anteriormente, la RR 135 puede comunicarse directamente de manera adicional con el transmisor 125 de campo de tal manera que no se necesite ningún dispositivo intermediario. La RR 135 puede funcionar adicionalmente como un retransmisor o un repetidor para el transmisor de campo, repitiendo las comunicaciones provenientes del transmisor de campo que deben ser entregadas a un adaptador 165 de radio y a un módulo 160 de control, o provenientes de un adaptador de radio hacia el transmisor de campo. De manera similar, la RR 135 puede funcionar como un transmisor o un repetidor para otra RR 135, o MRM 130, y/o un adaptador 165 de radio. En algunos casos, múltiples RRs pueden cooperar y/o realizar encadenamientos de tipo margarita para repetir comunicaciones, por ejemplo, entre un MRM 130 o un transmisor 125 de campo y los adaptadores 165 de radio.
45

Más aún, la RR 135 puede, en algunas implementaciones, configurarse para funcionar con baterías de tal manera que no se necesite desplegar líneas de alimentación de energía eléctrica, lo que puede simplificar la instalación y/o permitir que la RR funcione en áreas en las que podría resultar difícil y/o económicamente costoso desplegar líneas de alimentación de energía eléctrica. En otros casos, la potencia puede suministrarse a la RR (por ejemplo, a través de líneas de alimentación de energía eléctrica que se extienden hacia adentro de la carcasa (no mostradas)). Por ejemplo, en algunos casos, la RR puede montarse en un poste de luz y quizá recibir alimentación eléctrica del poste de luz. Algunas realizaciones incluyen una batería recargable, y/o pueden utilizar potencia de una batería cuando una fuente de alimentación de energía eléctrica no es continua (por ejemplo, cuando la RR está conectada a un poste de luz y la potencia recibida del poste de luz sólo está disponible por la noche). La RR 135, en algunas implementaciones, puede reducir la potencia del poste de luz para utilizarse en la RR. En algunas realizaciones, pueden sujetarse un estante o viguetas en un poste para permitir que la RR se monte en el poste. Pueden utilizarse una o varias cintas, ganchos, pinzas, estantes, viguetas o elementos de ese tipo para posicionar y/o sujetar la RR a
50
55
60

un poste o a otra estructura, o bien pueden utilizarse para sujetar un estante o viguetas al poste o a otra estructura.

La FIG. 12 representa la RR 135 de la FIG. 11 cooperando con un kit 1210 de montaje para montar la RR en un poste 1212. Haciendo referencia a las FIGs. 11-12, la carcasa 1112 de la RR 135 puede incluir soportes 1120 de montaje que cooperan con viguetas 1214 o postes de soporte que se extienden desde y/o están sujetos a el sistema 1216 de montaje de poste. Los soportes 1120 de montaje pueden sujetarse mediante las viguetas 1214 de soporte a través de esencialmente cualquier método relevante, tal como, pero sin limitarse a, tornillos y tuercas, remaches, soldaduras, encaje a presión, machihembrado u otro sistema de montaje relevante. El sistema 1216 de montaje de poste, en algunas realizaciones, incluye dos abrazaderas 1220-1221 de montaje opuestas que están posicionadas en lados opuestos del poste 1212 y que pueden sujetarse conjuntamente mediante tornillos 1224 para establecer una fuerza de fijación que fija el sistema 1216 de montaje de poste al poste 1212. El poste 1212 puede tener esencialmente cualquier diámetro y/o forma, porque las abrazaderas 1220-1221 de montaje tienen dimensiones iguales o mayores que el diámetro (o la anchura) del poste 1212.

En la realización representada en la FIG. 12, las abrazaderas 1220-1221 de montaje están configuradas como abrazaderas alargadas, generalmente con forma de "U", con una serie de orificios taladrados a través de una porción central permitiendo que se extiendan tornillos a través de los mismos para cooperar con la otra abrazadera de montaje y con las viguetas 1214 de sujeción. Los lados laterales de las abrazaderas 1220-1221 de montaje pueden incluir una escotadura o una entrada (por ejemplo, una escotadura semicircular) que puede cooperar con el poste 1212. De manera similar, los lados laterales pueden incluir o pueden estar recortados para incluir rebordes, dientes, u otras estructuras que pueden ayudar en el agarre con el poste 1212. Las abrazaderas 1220-1221 de montaje pueden implementarse utilizando otras configuraciones, tales como viguetas planas, una estructura de fijación dependiendo de la forma del poste 1212 (por ejemplo, una estructura de fijación circular), u otras configuraciones relevantes.

Tal como se describió anteriormente, la RR 135 aumenta en parte la zona de cobertura entre un MRM 130 (y/o un transmisor 125 de campo) y un adaptador 165 de radio y un módulo 160 de control. La RR 135 puede actuar como un retransmisor entre el MRM 130, otra RR 135, un transmisor 125 de campo y/o un módulo 160 de control y un adaptador 165 de radio. En algunas realizaciones, una RR 135 puede enlazar adicionalmente con una o más RRs 135 y/o enlazar múltiples RRs en una cadena, aumentando adicionalmente la zona de cobertura y la dispersión del sistema 100 de riego. El número de RRs con las que puede enlazarse una RR individual puede estar limitado (por ejemplo, hasta 15 RRs), por ejemplo debido al ancho de banda de comunicación, a retrasos, a memoria, a direccionamiento, al número de bytes o bits por comunicación, a las capacidades de procesado, y/o a otros factores de ese tipo. Una RR 135 puede, de manera adicional o de manera alternativa, admitir directamente comunicarse con uno o varios módulos 160 de control y/o adaptadores 165 de radio. De nuevo, el número de módulos 160 de control que pueden ser admitidos por una única RR 135 puede estar limitado sobre la base de parámetros iguales o similares, pudiendo darse el caso por ejemplo de que se puedan admitir directamente hasta 32 módulos 160 de control.

Haciendo referencia otra vez a la FIG. 1, en algunas realizaciones, el MRM 130 proporciona adicionalmente inteligencia de red que permite construcción de red, gestión de sensores y/o gestión de datos de riego. El controlador 110 de riego central puede admitir y comunicarse con múltiples MRMs 130. En algunos casos, el número de MRMs que pueden ser admitidos por un controlador de riego central único puede estar limitado, por ejemplo debido a direccionamiento, sobrecarga, memoria, retrasos, ancho de banda de comunicación y/u otros factores de ese tipo. Por ejemplo, en algunas realizaciones, puede configurarse un controlador 110 de riego central para admitir hasta 250 MRMs 130. Más aún, cada MRM 130 puede comunicarse de manera inalámbrica esencialmente con cualquier número de RRs 135. De nuevo, algunas realizaciones tienen límites en el número de RRs que pueden ser admitidas por un único MRM 130, por ejemplo sobre la base de parámetros similares a los presentados anteriormente. Por ejemplo, en algunas realizaciones, puede configurarse un único MRM 130 y admitir hasta 15 RRs. De manera adicional, cada MRM puede configurarse adicionalmente para comunicarse de manera inalámbrica también con uno o varios transmisores 125 de campo y/o para comunicarse de manera inalámbrica directamente con una pluralidad de módulos 160 de control. Incluso, una vez más, pueden existir límites en el número de módulos de control que pueden ser admitidos directamente por el MRM 130 (por ejemplo, hasta 32 módulos de control) de nuevo sobre la base de parámetros similares. La comunicación directa con un módulo 160 de control se consigue sin necesidad de que una RR 135 o un transmisor 125 de campo actúe como intermediario.

En algunas realizaciones, un MRM encuentra y construye una red de dispositivos que puede admitir de manera inalámbrica para definir una red 140 MRM. Por ejemplo, haciendo todavía referencia a la FIG. 1, un primer MRM 130 (MRM1) establece una primera red 140a MRM, y el segundo MRM 130 (MRM2) establece una segunda red 140b MRM. Una RR 135 puede adicionalmente configurarse, en algunas realizaciones, para encontrar y construir una sub-red (a la que se hace referencia como una red 150 RR) de dispositivos que admite y con los cuales se comunica de manera inalámbrica. Por ejemplo, una primera RR 135 (RR1) en una primera red 140a MRM establece una primera red 150a RR que incluye tres módulos 160 de control, con un sensor 170 que coopera con uno de los módulos de control; una segunda RR 135 (RR3) en la primera red 140a MRM establece una segunda red 150b RR; y una tercera RR 135 (RR8) en una segunda red 140b MRM establece una tercera red 150c RR.

El MRM 130, en algunas realizaciones, está configurado para identificar y/o configurar de manera automática una

red 140 MRM. En algunas implementaciones, los MRMs 130 transmiten o emiten una petición de llamada o interrogación de red, un mensaje global o una petición para encontrar dichos módulos 160 de control, adaptadores 165 de radio, RRs 135 y/o transmisores 125 de campo que están en la zona de cobertura inalámbrica del MRM 130. Cada módulo 160 de control, adaptador 165 de radio, RR 135 y/o transmisor 125 de campo están configurados de manera similar para responder de manera inalámbrica a la petición de llamada de red. En algunos casos, los dispositivos que reciben la petición de llamada de red pueden repetir las respuestas (por ejemplo, en ranuras aleatorias) y/o pueden utilizar un retardo (por ejemplo, un retardo generado aleatoriamente, sobre la base de una ID, u otro factor de ese tipo) al transmitir una respuesta intentando limitar o evitar colisiones. De manera similar, los dispositivos pueden limitar sus respuestas hasta que se supera un umbral en la calidad y/o la potencia de la señal de la señal de petición de llamada de red. En algunos casos, la llamada de red MRM puede ser provocada por el controlador 110 de riego central.

Cada MRM 130 está configurado adicionalmente para construir o identificar su red 140 MRM correspondiente sobre la base de indicadores de fuerza de señal de radio (RSSI, *radio signal strength indications*) y, en algunos casos, de una ID de red de respuestas recibidas a la petición de llamada de red. Una ID de red puede ser un código (por ejemplo, una cadena de caracteres alfanuméricos, un código de cuatro dígitos, u otro código de ese tipo) programado en los módulos 160 de control, adaptador 165 de radio, RRs 135, transmisores 125 de campo, MRMs 130 y otros dispositivos que pueden estar configurados en una red 140 MRM y/o que pueden comunicarse con un MRM 130. En algunos casos, las IDs pueden estar definidas por un fabricante. De manera alternativa o de manera adicional, una ID (por ejemplo, un código ID de red) puede estar programada en cada dispositivo por parte de un usuario u operador. En algunos casos, tal como en el caso de algunos dispositivos de versiones anteriores (por ejemplo, módulos de control de versiones anteriores), algunos dispositivos pueden no tener IDs o estar configurados para comunicar una ID en respuesta a una petición de llamada. Por consiguiente, el MRM 130 puede no necesitar una ID de dispositivo con el fin de incluir un dispositivo en el seno de una red 140 MRM. El uso de un código ID puede ayudar a un MRM 130 a identificar uno o varios dispositivos asociados con otra persona, instalación, red o compañía que pueden estar por azar en la zona de cobertura inalámbrica y evitar que estos dispositivos sean incluidos en su red MRM.

El MRM 130 evalúa respuestas a la petición de llamada de red para identificar a aquellos dispositivos que pueden ser admitidos por el MRM. En algunos casos, la evaluación toma en consideración la intensidad de la señal de las respuestas y el número de dispositivos. En algunas realizaciones, el MRM puede tener límites en relación al número de dispositivos que puede admitir y/o incluir el MRM dentro de una red 140 MRM. Por consiguiente, estos límites se toman en consideración al establecer la red 140 MRM. El MRM, en algunas realizaciones, puede comunicarse con el controlador 110 de riego central y/o con otro MRM para determinar qué dispositivos deberían incluirse en el seno de una red 140 MRM. Por ejemplo, el controlador de riego central puede resolver conflictos (por ejemplo, dos MRMs 130 capaces de comunicarse con la misma RR 135 o adaptador 165 de radio). De manera similar, el controlador 110 de riego central y/o los dos MRMs pueden coordinarse para determinar qué MRM debería admitir el dispositivo. El MRM 130 almacena la información relevante para mantener el conocimiento y la configuración de la red 140 MRM. En algunos casos, el MRM 130 almacena una tabla que identifica los dispositivos (por ejemplo, los módulos 160 de control, las RRs 135, los transmisores 125 de campo, los adaptadores 165 de radio, etc.) en el seno de su red 140 MRM. La tabla de red MRM también puede enviarse al controlador 110 de riego central y/o proporcionarse al MRM por parte del controlador de riego central.

De manera similar, en algunas realizaciones, cada RR 135 puede construir una red 150 RR, por ejemplo, cuando es requerido por parte de un MRM 130 correspondiente del controlador 110 de riego central. Las RRs 135 pueden comunicar una petición de llamada de red RR para encontrar esos módulos 160 de control, adaptadores 165 de radio y RRs que pueden ser admitidos por la RR. Típicamente, cada dispositivo capaz de cooperar con una RR está configurado para responder a la petición de llamada de red RR. De nuevo, pueden transmitirse respuestas provenientes del adaptador de radio o de una RR múltiples veces (por ejemplo, con retardos variables y/o ranuras aleatorias) y/o con retraso. La RR 135 construye su red 150 RR (por ejemplo, redes 150a, 150b y 150c RR) basándose en la intensidad de la señal, y en algunos casos en la ID de red. Habitualmente, la intensidad de la señal y/o la información ID de red puede ser proporcionada por el MRM 130. Cada RR 135 puede almacenar una tabla que identifica a estos dispositivos en el seno de su red 150 RR. Las tablas RR pueden enviarse al MRM 130 y/o al controlador 110 de riego central. Típicamente, el MRM 130 resuelve conflictos (por ejemplo, dos RRs 135 capaces de comunicarse con un adaptador 165 de radio). Por ejemplo, los conflictos pueden resolverse de acuerdo con la intensidad de señal y con el máximo número de dispositivos admitidos (por ejemplo, incluso si una RR 135 está en la zona de cobertura de 40 módulos de control, en algunos casos, una RR puede estar limitada en relación al número de módulos 160 de control que pueden ser admitidos, tal como admitir 32 módulos de control). El MRM 130 puede mantener la tabla Maestra, y en algunos casos puede actualizar cada una de las tablas almacenadas en las RRs 135.

El MRM 130 y/o la RR 135 puede comunicar adicionalmente su correspondiente información de red MRM o de red RR al controlador 110 de riego central para que se almacene como una copia de respaldo. Como resultado de ello, una vez que se ha añadido un dispositivo a una red 140 MRM y/o a una red 150 RR, las redes pueden ser restauradas de manera sencilla utilizando la información de respaldo. De manera adicional o de manera alternativa, una vez que se ha añadido un dispositivo a una red 140 MRM y/o a una red 150 RR, su dirección MAC y su

programación, si es que está presente, pueden mantenerse en el seno del controlador 110 de riego central para una potencial restauración futura. Más aún, las redes 140 MRM y las redes 150 RR se generan en respuesta a una instrucción de construcción y típicamente los dispositivos no cambian de red una vez que se construyen las redes (a no ser que se active una instrucción de construcción posterior, que un dispositivo se retire manualmente, o situaciones de ese tipo). Pueden añadirse nuevos dispositivos a una red MRM o a una red RR cuando el MRM y la RR relevantes pueden admitir al nuevo dispositivo. Adicionalmente, las redes 140 MRM y 150 RR típicamente no están configuradas para ser redes paritarias que permiten una auto regeneración en el seno de una red.

Al construir las redes 140 MRM y las redes 150 RR, los MRMs 130, las RRs 135 y, en algunos casos, los transmisores 125 de campo, están configurados para detectar RRs 135 y/o adaptadores 165 de radio circundantes. En algunas implementaciones, se proporcionan un MRM 130, una RR 135, un adaptador 165 de radio y/o un transmisor 125 de campo con una ID de red relevante. Por ejemplo, cuando un MRM 130, una RR 135, un adaptador 165 de radio y/o un transmisor 125 de campo se activan inicialmente, pueden programarse para llevar a cabo una instrucción de escucha (por ejemplo, escuchar durante 20 segundos iniciales después del encendido) para recibir una comunicación de radio (por ejemplo, proveniente de un transmisor 125 de campo) que incluye una ID o un número de radio de red. La ID de radio o el número pueden ser esencialmente cualquier ID que pueda utilizarse para distinguir las redes (por ejemplo, un número multi-dígito, una secuencia alfanumérica o un código similar). Alguna vez se hace referencia a la inicialización y/o a la provisión de un dispositivo y/o a IDs de red como marcado o marcado de radio.

La FIG. 13 representa un diagrama de flujo simplificado correspondiente a un ejemplo de un proceso 1310 para establecer una red 140 MRM para controlar el riego, de acuerdo con algunas realizaciones. En algunos casos, algunos o todos los procesos 1310 se implementan en respuesta a una instrucción proveniente del controlador 110 de riego central o de un transmisor 125 de campo. En otros casos, algunos o todos los procesos 1310 pueden ser implementados por el MRM 130, por ejemplo en respuesta a la detección de un dispositivo que no ha sido identificado y/o reconocido anteriormente en el seno de una red 140 MRM, lo que puede permitir que se actualice y/o se altere el sistema 100 de riego. En el paso 1312, el MRM 130 emite de manera inalámbrica y/o comunica de manera inalámbrica una instrucción de encontrar una RR dirigida a una o más RRs en el seno de la zona de cobertura inalámbrica del MRM. En el paso 1314, el MRM identifica cada RR que responde a la instrucción de encontrar una RR. En el paso 1316, el MRM emite y/o comunica de manera inalámbrica una instrucción de encontrar un adaptador de radio a adaptadores de radio potenciales en el seno de la zona de cobertura inalámbrica del MRM.

En el paso 1320, el MRM identifica cada adaptador de radio que responde a la instrucción de encontrar un adaptador de radio. En el paso 1322, el MRM comunica de manera inalámbrica una instrucción a cada RR identificada para encontrar adaptadores de radio potenciales que estén dentro de la zona de cobertura de cada RR. En el paso 1324, el MRM recibe una o varias respuestas de cada RR relevante identificando aquellos adaptadores de radio que están situados dentro de la zona de cobertura de las RRs.

La FIG. 14 representa un diagrama de flujo simplificado de otro ejemplo de un proceso 1410 para establecer una red 140 MRM, de acuerdo con algunas realizaciones. De manera similar al proceso 1310, el proceso 1410 puede implementarse en respuesta a una instrucción proveniente del controlador 110 de riego central o de un transmisor 125 de campo, o puede implementarse de manera independiente por parte del MRM 130. En el paso 1412, el MRM 130 emite o comunica de manera inalámbrica (por ejemplo, por radio) una instrucción o una llamada de encontrar una RR que será recibida por una o varias RRs 135. En el paso 1414, el MRM identifica cada RR 135 que responde a la instrucción de encontrar una RR. Por ejemplo, el MRM puede asignar una dirección o un identificador (por ejemplo, una dirección de 8 bytes) y/o un identificador de red a cada RR 135 detectada a través de la instrucción de encontrar. En algunos casos, las RRs que fueron reconocidas previamente o que se comunicaron previamente con el MRM pueden incluir una red y/o un identificador (ID) de dispositivo en la respuesta. En el paso 1416, el MRM 130 comunica de manera inalámbrica una instrucción de encontrar una RR a cada RR 135 direccionada, instruyendo a cada RR para que encuentre RRs 135 que puedan estar situadas en el seno de la zona de cobertura de cada RR identificada. En el paso 1420, el MRM 130 recibe de manera inalámbrica una o varias respuestas de cada RR 135 direccionada con los resultados de su consulta para identificar RRs circundantes que estén situadas en el seno de la zona de cobertura inalámbrica de las RRs respectivas que implementan la instrucción de encontrar. En algunos casos, cada RR está configurada para comunicar de vuelta una lista o tabla de radioestaciones de retransmisión correspondiente a RRs circundantes localizadas. Esta lista de radioestaciones de retransmisión puede incluir RRs ya identificadas por el MRM y/o RRs que no han sido previamente identificadas por el MRM. Más aún, la lista o la tabla de radioestaciones de retransmisión puede incluir niveles de recepción de radio. En algunos casos, el paso 1420 puede repetirse un cierto número de veces dependiendo del número de RRs dentro de una cadena.

En el paso 1422, el MRM 130 identifica cada RR 135 que no ha sido previamente identificada, y puede, en algunos casos, asignar adicionalmente una dirección y/o un identificador de red a aquellas RRs a las que no se había asignado previamente una dirección. En el paso 1424, el MRM 130 recalcula una o varias rutas de comunicación que alcanzan a cada RR. En algunos casos, el paso 1424 se lleva a cabo cada vez que el MRM recibe una nueva lista de radioestaciones de retransmisión proveniente de una RR para calcular una ruta un camino óptimo para alcanzar cada RR (por ejemplo, basándose en la intensidad de la señal, el ancho de banda de la red, etc.). Gracias a los cálculos sobre rutas, la RR puede generar una o varias configuraciones de "línea" y/o configuraciones de

“estrella”. Debe apreciarse que el MRM puede estar limitado en relación al número de RRs que puede admitir el MRM. Por consiguiente, en algunos casos, no todas las RRs identificadas por el MRM pueden incorporarse a la red 140 MRM que está siendo configurada por el MRM 130. La selección de las RRs que deben incluirse puede estar basada en la intensidad de señal (ejemplo, RSSI), la longitud del camino, la complejidad del camino, las comunicaciones recibidas desde el controlador 110 de riego central, las comunicaciones recibidas desde otro MRM, el número de RRs en el seno de la zona de cobertura y/u otros factores de ese tipo. Por ejemplo, una RR puede no incluirse en una red MRM si la intensidad de señal no supera un umbral y/o si una intensidad de señal entre la RR y otro MRM es mayor. De manera similar, una RR puede no incluirse en una red MRM cuando un camino de señal entre la RR y otro MRM es más corta.

En el paso 1426, el MRM 130 emite o comunica de manera inalámbrica una instrucción de encontrar un adaptador de radio, peticionando o llamando a los módulos 160 de control circundantes y/o a los adaptadores 165 de radio circundantes. En el paso 1428, el MRM identifica cada módulo de control y/o adaptador 165 de radio circundantes que responde a la instrucción de encontrar un adaptador de radio y puede seleccionar algunos o todos los adaptadores 165 de radio y/o los módulos 160 de control que responden para ser admitidos directamente por el MRM 130. Por ejemplo, al identificar cada módulo de control y/o adaptador de radio, el MRM puede asignar una dirección o un identificador a cada adaptador 165 de radio detectado gracias a la instrucción de encontrar. De nuevo, el MRM 130 puede estar limitado en relación al número de adaptadores 165 de radio y/o módulos 160 de control que pueden ser admitidos directamente por el MRM 130. Por consiguiente, el MRM puede restringir qué adaptadores 165 de radio son admitidos directamente por el MRM. La decisión referente a qué adaptadores 165 de radio y/o módulos 160 de control deben ser admitidos directamente puede depender de uno o varios factores, tales como, pero sin limitarse a, la intensidad de señal (por ejemplo, RSSI), el número de adaptadores de radio y/o de módulos de control que han respondido, qué adaptadores 165 de radio y/o módulos 160 de control pueden ser admitidos por una RR 135, la longitud del camino, la complejidad del camino y/u otros factores relevantes. De manera similar a las respuestas provenientes de las RRs, los adaptadores 165 de radio y/o los módulos 160 de control que fueron previamente reconocidos o que previamente se comunicaron con el MRM pueden incluir una red y/o un identificador (ID) del dispositivo en la respuesta.

En el paso 1430, el MRM 130 emite o comunica de manera inalámbrica una instrucción o una petición de encontrar un adaptador de radio RRs 135 para encontrar los adaptadores 165 de radio y/o los módulos 160 de control que estén situados en el seno de la zona de cobertura de cada RR que recibe la instrucción de encontrar. En el paso 1432, el MRM 130 recibe una o varias listas o tablas de adaptadores de radio provenientes de cada RR 135 relevante con los resultados de su consulta identificando adaptadores 165 de radio y/o módulos 160 de control circundantes situados en el seno de la zona de cobertura de comunicación inalámbrica de las respectivas RRs. Los resultados y/o las tablas pueden incluir niveles de recepción de radio. En el paso 1434, el MRM 130 identifica cada adaptador 165 de radio y/o módulos 160 de control que no ha sido previamente identificados, y puede en algunos casos asignar adicionalmente una dirección a aquellos adaptadores de radio y/o módulos de control a los que no se había asignado previamente una dirección. En el paso 1436, el MRM 130 recalcula una o varias rutas de comunicación para alcanzar cada adaptador 165 de radio y/o módulos 160 de control. De nuevo, en algunos casos, el paso 1436 se lleva a cabo cada vez que el MRM recibe una nueva lista de adaptadores de radio proveniente de una RR para calcular una ruta o camino óptimos para alcanzar cada adaptador de radio y/o módulo de control (por ejemplo, basándose en la intensidad de señal, el ancho de banda de la red, el número de adaptadores 165 de radio admitido por cada RR 135, etc.). Más aún, en algunos casos, el paso 1424 puede llevarse a cabo mientras se lleva a cabo el paso 1436.

El cálculo del rutado de comunicación hasta los adaptadores 165 de radio y/o los módulos 160 de control puede definir adicionalmente las redes 150 RR y/o puede resolver conflictos entre dos o más RRs que son cada una de ellas capaces de comunicarse con un único adaptador 165 de radio. Como resultado de ello, algunas realizaciones incluyen el paso 1438 en el que el MRM 130 resuelve conflictos de adaptador de radio y/o RR entre RRs 135. De nuevo, al resolver los conflictos de adaptador de radio y/o los conflictos de RR, el MRM puede tomar en consideración las intensidades de señal, el número de adaptadores de radio que están y/o pueden potencialmente estar admitidos por RRs en conflicto, y/u otros factores relevantes. De manera similar, la resolución de los conflictos de adaptador de radio y/o RR puede tomar en consideración adaptadores de radio que pueden ser admitidos por un MRM así como también por una RR. Por consiguiente, algunas realizaciones incluyen adicionalmente el paso 1440, en el que una o varias asignaciones de adaptador de radio, asignaciones de RR y/u otra información de resolución de conflictos similar puede comunicarse a RRs relevantes y/o la información de red RR puede adicionalmente ser comunicada de vuelta a las RRs relevantes para ser utilizada por aquellas RRs para detectar redes 150 RR relevantes, y determinar comunicaciones y enrutar comunicaciones a través de sus redes 150 RR respectivas y/o a otras RRs. En algunos casos, la información proporcionada por el MRM al ocuparse de conflictos puede incluir comunicar información de red a la RR 135 relevante, identificar adaptadores 165 de radio y/u otras RRs que no están siendo incluidas en la red RR, de tal manera que la RR 135 excluye los adaptadores de radio identificados y/u otras RRs de la red 150 RR correspondiente.

En el paso 1442, el MRM 130 comunica los resultados de la configuración de red MRM y las configuraciones de red RR al controlador 110 de riego central (por ejemplo, una tabla de RRs y de niveles de la sección de radio entre cada una de ellas, una o varias tablas de adaptadores 165 de radio con niveles de recepción de radio con su MRM por

RRs correspondientes, y/o una tabla de adaptadores 165 de radio admitidos por el MRM 130 y sus niveles de recepción de radio). Tal como se describió anteriormente, el MRM 130, en algunas implementaciones, se acopla con un NCC 930 que gestiona la comunicación con un controlador 110 de riego central remoto y/o local y transmite datos al MRM 130 (por ejemplo, a través de un enlace físico RS485).

5 La FIG. 15 representaba un diagrama de flujo simplificado de un proceso 1510 de ejemplo implementado por una RR 135 para establecer una red 140 MRM y/o una red 150 RR, de acuerdo con algunas realizaciones. En el paso 1512, la RR 135 emite o comunica de manera inalámbrica una instrucción de encontrar una RR pidiendo una respuesta a otras RRs situadas en el seno de la zona de cobertura inalámbrica de la instrucción de encontrar una RR transmitida de manera inalámbrica. En el paso 1514, la RR almacena una identificación de cada una de las otras
10 RRs que respondieron a la instrucción de encontrar una RR. En el paso 1516, la RR 135 emite o comunica de manera inalámbrica una petición de encontrar un adaptador de radio que solicita a cada adaptador de radio que recibe de manera inalámbrica la petición de responder. En el paso 1520, la RR almacena información de identificador de adaptador de radio para cada adaptador de radio que responde a la petición de encontrar un adaptador de radio.

15 La FIG. 16 representa un diagrama de flujo simplificado que corresponde a otro ejemplo de un proceso 1610 implementado por una RR 135 para establecer una red 140 MRM y/o una red 150 RR, de acuerdo con algunas realizaciones. En el paso 1612, la RR 135 recibe una instrucción o petición de encontrar un adaptador de radio desde el MRM 130. En el paso 1614, la RR 135 determina si la RR ya tiene un identificador y/o un identificador de red basándose en comunicaciones previas con el mismo MRM 130 o con otro MRM. En el paso 1616, la RR 135 registra una identificación y/o información de dirección cuando se recibe tal información en respuesta a la respuesta de la RR a la instrucción de encontrar.
20

En el paso 1618, la RR 135 recibe una instrucción para encontrar otras RRs 135 que puedan estar en el seno de la zona de cobertura inalámbrica de cada RR identificada. En el paso 1620, la RR 135 emite o comunica de manera inalámbrica una instrucción de encontrar una estación RR de retransmisión solicitando una respuesta de cada RR que esté situada en el seno de la zona de cobertura inalámbrica de la instrucción de encontrar una estación RR comunicada de manera inalámbrica. En el paso 1622, la RR 135 recibe una o varias respuestas provenientes de una o varias RRs y almacena una identificación de cada RR que ha respondido a la instrucción de encontrar una estación RR. En algunos casos, la RR 135 puede registrar adicionalmente niveles de recepción de radio para aquellas RRs que han respondido. La RR 135 puede registrar la información de RR defina en una lista, una tabla,
25 una hoja de cálculo u otro método relevante.
30

En el paso 1624, la RR 135 recibe una petición proveniente del MRM 130 para encontrar los adaptadores 165 de radio y/o los módulos 160 de control que estén situados en el seno de la zona de cobertura de la RR y puedan potencialmente ser admitidos por la misma. En el paso 1626, la RR emite o comunica de manera inalámbrica una petición o llamada de encontrar un adaptador de radio y/o un módulo de control. Típicamente, la petición de encontrar un adaptador de radio se produce en respuesta a la petición proveniente del MRM (proveniente del controlador 110 de riego central). En el paso 1628, la RR 135 recibe de manera inalámbrica respuestas de adaptador de radio y almacena la información de identificador relevante, y en algunos casos la información de intensidad de la señal, información de camino de comunicación y/u otra información relevante asociada a cada respuesta recibida proveniente de uno o varios módulos de control y/o adaptadores de radio circundantes que han respondido a la petición de encontrar un adaptador de radio. La información puede almacenarse como una tabla, una lista, una base de datos o un método similar.
35
40

En el paso 1632, la RR 135 transmite la lista con la tabla de adaptadores de radio al MRM 130 con los resultados de la petición para identificar adaptadores 165 de radio y/o módulos 160 de control circundantes, que puede incluir la intensidad de la señal (por ejemplo, niveles de recepción de radio), información de camino de comunicación, e información de ese tipo. En el paso 1634, la RR 135 recibe información de red RR proveniente del MRM 130 para ser utilizada por una RR para detectar comunicaciones relevantes y comunicaciones de enrutado a través de la red 150 RR correspondiente y/o a otras RRs. Más aún, en algunas implementaciones, la RR define una red 150 RR, y la información de red RR relevante recibida desde el MRM en el paso 1634 puede ocuparse solamente de conflictos en la identificación, por ejemplo, de aquellos adaptadores 165 de radio y/o RRs que no deberían incluirse en una red 150 RR (por ejemplo, porque esos adaptadores de radio y/o RRs van a ser admitidos en otra red RR o directamente por el MRM 130). Por consiguiente, el MRM 130 puede comunicar a un adaptador de radio y/o una RR información de resolución de conflicto que puede utilizarse para definir la red 150 RR. En algunos casos, no se llevan a cabo todos los pasos. Por ejemplo, en algunos casos, pueden implementarse los pasos asociados a la identificación de una RR (por ejemplo, los pasos 1618-1634 o 1624-1434), como por ejemplo cuando se configuran o reconstruyen redes RR (por ejemplo, debido a la adición de otra RR y/o adaptador 165 de radio y/o módulos 160 de control), cuando se configura o se reconstruye una red 140 MRM, cuando se reconfigura o se reconstruye la red 115 de comunicación, o en situaciones de ese tipo. Tal como se describió anteriormente, la determinación de si un adaptador de radio o un módulo de control deben ser incluidos o excluidos en una red RR puede basarse en la intensidad de la señal, la longitud del camino de comunicación (por ejemplo, el camino más corto), la complejidad del camino, y otra información relevante (por ejemplo, un adaptador de radio o un módulo de control puede no incluirse en una red RR si la intensidad de señal no supera un umbral y/o si la intensidad de señal entre el adaptador de radio
45
50
55
60

y otra RR es mayor; cuando un camino de señal entre el adaptador de radio o el módulo de control y otra RR es más corto, cuando el camino de comunicaciones es menos complejo, o cuando se den otros factores de ese tipo).

El adaptador 165 de radio, a su vez, responde a las peticiones o llamadas provenientes del MRM 130 y/o RRs 135 para establecer las redes 140 MRM y las redes 150 RR. En algunos casos, los adaptadores de radio responden cuando las instrucciones de llamada recibidas tienen una calidad de señal y/o una intensidad de señal que superan ciertos umbrales. Sin embargo, en muchos casos el adaptador 165 de radio responde independientemente de la intensidad de la señal debido a que el adaptador de radio típicamente no conoce si pueden recibirse señales de mayor intensidad o más fiables. Los adaptadores 165 de radio proporcionan comunicación inalámbrica con los módulos 160 de control de tal manera que los módulos 160 de control pueden recibir de manera inalámbrica horarios de riego así como permitir que se transmita información de vuelta a la RR 135, al MRM 130 y/o al controlador 110 de riego central. Esta información puede incluir, pero sin limitarse a estos, información de sensor, información de ejecución, niveles de batería, errores y otra información relevante. De manera similar, el adaptador 165 de radio puede proporcionar información similar cuando resulta relevante.

Los horarios de riego pueden distribuirse de manera sencilla a los módulos 160 de control y/o a los adaptadores 165 de radio utilizando la red 115 de comunicación inalámbrica del sistema 100 de riego. Los módulos 160 de control están configurados para implementar uno o varios horarios programados de riego suministrados al módulo de control directamente desde el transmisor 125 de campo (por ejemplo, a través del cordón 714 de conexión directa), de manera inalámbrica desde el transmisor de campo, y/o de manera inalámbrica desde el controlador 110 de riego central. La adición del adaptador 165 de radio junto con los módulos 160 de control (de versiones anteriores, existentes o nuevos módulos de control) permite que los módulos de control sean controlados de manera inalámbrica y/o proporcionen estadísticas, parámetros de funcionamiento, datos de sensores y/u otra información relevante al controlador 110 de riego central y/o a un MRM 130.

El controlador 110 de riego central proporciona control de riego al sistema 100 de riego. En algunos casos, los horarios de riego pueden crearse en el controlador 110 de riego central, en un controlador 120 de riego satélite o en un transmisor 125 de campo. El programa o programas de riego pueden comunicarse al módulo 160 de control directamente desde el transmisor 125 de campo o pueden transmitirse de manera inalámbrica a través de un adaptador 165 de radio desde el transmisor de campo, una RR 135 o un MRM 130. Más aún, los programas de riego comunicados a los módulos 160 de control también se proporcionan típicamente al controlador 110 de riego central para permitir que el controlador de riego central controle el riego, proporcione control global sobre el sistema 1000 de riego y/o lleve a cabo ajustes a los horarios programados de riego y/o más riegos. Adicionalmente, los módulos 160 de control pueden activarse de manera manual (por ejemplo, mediante una instrucción "ON") sin tener en cuenta los horarios de riego programados a través del controlador 110 de riego central, de un controlador 120 de riego satélite y/o de un transmisor 125 de campo.

La programación y los horarios de riego pueden suministrarse a un transmisor 125 de campo acoplado el transmisor de campo al controlador 110 de riego central, a un controlador 120 de riego satélite o bien de manera inalámbrica desde el controlador 110 de riego central, un MRM 130 o una RR 135. De manera adicional o de manera alternativa, la programación de horarios de riego puede definirse o programarse por parte de un usuario directamente en el transmisor 125 de campo a través de la interfaz 716 de usuario.

Haciendo referencia de nuevo a la FIG. 7A, la interfaz 716 de usuario permite a un usuario visualizar operaciones del transmisor 125 de campo, recibir información acerca del transmisor de campo, del sistema 100 de riego, de un módulo 160 de control o de otro dispositivo del sistema, introducir información y/u horarios de riego y llevar a cabo otras acciones. En algunas realizaciones, tal como se describió anteriormente, los botones 722 pueden tener múltiples funciones dependiendo de un estado de funcionamiento y/o de la información u opciones proporcionadas en la pantalla 720 de visualización.

En algunas realizaciones, puede realizarse una copia de respaldo de la memoria de uno o varios componentes del sistema 100 de riego. De manera adicional o de manera alternativa, al menos una parte del contenido almacenado en la memoria de algunos de los componentes tiene una copia de respaldo y/o está protegida, tal como por ejemplo en el caso de un fallo de alimentación, de una descarga de la batería o de una retirada de la misma, entre otras razones. Por ejemplo, en el caso del transmisor 125 de campo, si se agota la energía, si se descarga o se retira la batería, o si se producen otros problemas de ese tipo, el transmisor de campo puede configurarse para retener uno o varios de los siguientes parámetros: parámetros de radio (por ejemplo, un número de red, una calibración de frecuencia, una calibración de un sensor, etc.), uno o más identificadores (por ejemplo, un número ID único), una lista de adaptadores de radio (por ejemplo, un máximo de 32 adaptadores 165 de radio que son el resultado de una instrucción de encontrar radio, una lista de MRM y/o RR (por ejemplo, un máximo de 32) que resulta de una instrucción de encontrar radio, un identificador (por ejemplo, un nombre, un número, etcétera), un número o ID de radio de red, y/u otra información de ese tipo. En algunas realizaciones, también pueden retenerse los parámetros de funcionamiento, tales como uno o varios de entre el conjunto formado por idioma, contraste, tiempo de apagado de la pantalla, menú de radioestación de retransmisión activo o no, y/u otros parámetros de funcionamiento similares. Más aún, el transmisor 125 de campo, en algunas implementaciones, retiene adicionalmente uno o varios programas de riego y/o permite al transmisor 125 de campo restaurar uno o varios programas de riego, por ejemplo desde un módulo 160 de control.

De manera similar, otros dispositivos del sistema 100 de riego pueden retener información, tal como en el caso de un fallo de alimentación y/o una desconexión de una fuente de alimentación de energía eléctrica. Típicamente, esta información es retenida en memoria no volátil y/o flash en el dispositivo. Por ejemplo, los módulos 160 de control pueden retener al menos alguna información y/o parámetros tales como uno o varios, pero sin limitarse a ellos, del conjunto formado por: un identificador de módulo de control (por ejemplo, un número ID único, tal como un número de 6 bytes); un identificador de red, uno o varios programas de riego actuales, que pueden incluir horarios de irrigación y otros parámetros de riego incluyendo parámetros de usuario (por ejemplo, tal como han sido enviados desde un transmisor 125 de campo o por el software de control de riego central); una copia de respaldo de uno o varios programas de riego que puede estar almacenada; un nombre de estación y/o un nombre de controlador; y/u otros parámetros o informaciones de ese tipo.

El adaptador 165 de radio también puede configurarse para retener información y/o parámetros tales como, pero sin limitarse a, parámetros de radio (por ejemplo número de red, calibración de frecuencia, calibraciones de sensores, tales como calibración de sensor de temperatura); un identificador de dispositivo (por ejemplo, un número ID único); y/u otra información tal. En algunos casos, el adaptador de radio puede retener información adicional, tal como por ejemplo cuando el adaptador 165 de radio coopera con un módulo de control de versiones anteriores que puede tener algunas capacidades y/o capacidades de memoria limitadas. Por ejemplo, el adaptador 165 de radio puede retener adicionalmente: uno o varios programas de riego actuales, que pueden incluir horarios de irrigación y parámetros (por ejemplo, parámetros enviados desde un transmisor 125 de campo o por el software de control de riego central); una o varias copias de respaldo y/o programas de riego por defecto; uno o varios nombres de estación y/o nombres de controlador; identificador o número de radio de red; y/u otra información relevante.

En algunas realizaciones, los dispositivos del sistema 100 de riego pueden configurarse para intentar conservar potencia de batería. Por ejemplo, las RRs 135, los módulos 160 de comando y/o los adaptadores 165 de radio pueden configurarse para cambiar a modo inactivo, apagarse o funcionar en estados de funcionamiento de baja potencia (a los que se hará referencia a partir de ahora genéricamente como modos de espera). Durante estos modos de espera, se produce una reducción significativa en el consumo de potencia. Esto puede aumentar la vida de la batería de manera importante. El aumento de la vida de la batería también está típicamente equilibrado con los retrasos de comunicación en algunos casos; por ejemplo, los adaptadores 165 de radio pueden configurarse para tener un modo de espera de aproximadamente 5 segundos, y la RR puede tener un modo de espera de alrededor de 100 milisegundos. Pueden implementarse modos de espera más largos o más cortos para conseguir condiciones de funcionamiento y tiempos de respuesta deseados.

Tal como se describió anteriormente, en algunas realizaciones al menos algunos de los módulos 160 de control pueden incluir una o varias entradas de sensores, interfaces o puertos para recibir información de sensor y/o datos provenientes de uno o varios sensores 170. Los sensores 170 pueden ser esencialmente cualquier tipo de sensor relevante, tal como, pero sin estar limitado a, sensores de lluvia, humedad del suelo, viento, temperatura, caudal de agua, presión, medida de agua (por ejemplo, medida electrónica de agua, medida de agua de contacto seco, etc.) y/u otros tipos de sensores similares. Los datos de sensores pueden utilizarse por el módulo 160 de control, un adaptador 165 de radio y/o pueden transmitirse a un MRM 130, un controlador 120 de riego satélite y/o al controlador 110 de riego central, que pueden usar, distribuir, y/o registrar la información. Más aún, la información de sensor y/o la información de control por las señales basadas en la información de sensor pueden distribuirse a otros adaptadores 165 de radio y/o a otros módulos 160 de control desde el MRM 130 permitiendo la compartición de datos de sensores. El MRM 130 y/o el controlador 110 de riego central pueden incluir un sistema inteligente para determinar si la información de sensor debe extenderse a otros adaptadores 165 de radio y/o a otros módulos 160 de control y, en algunos casos, puede identificar programas de riego específicos afectados por un módulo 160 de control. Por ejemplo, el MRM y/o el controlador de riego central pueden mantener una lista, tabla o elemento similar que identifica qué adaptadores 165 de radio y/o módulos 160 de control deberían compartir qué información de sensor, y el MRM 130 puede distribuir la información de sensor de manera correspondiente. Más aún, algunas realizaciones pueden utilizar diferentes sensores en diferentes ubicaciones para disponer de múltiples umbrales diferentes para la misma información de sensor o una información de sensor diferente con el fin de controlar el riego de manera más precisa. El o los módulos 160 de control y/o adaptadores 165 de radio que reciben posteriormente la información de riego y/o las instrucciones correspondientes desde el MRM 130 pueden entonces considerar la información de sensor cuando implementan programación de riego y/o ajustan programación de riego, lo que puede incluir interrumpir el riego, evitar el riego, ajustar los tiempos de funcionamiento y/u otros ajustes de ese tipo.

Los sistemas de riego previos típicamente no están alimentados por baterías, y/o los datos de sensores y/o la distribución de los datos de sensores no está implementada utilizando dispositivos que funcionan con baterías. Un aumento en la sobrecarga y en la comunicación a lo largo de una red se utiliza típicamente con el fin de compartir información de sensores. Este aumento en la sobrecarga y en la comunicación puede afectar a la vida de la batería de manera significativa. Por consiguiente, los sistemas previos no utilizan dispositivos alimentados por baterías.

En algunos casos, los datos de sensores pueden enviarse a un transmisor 125 de campo que puede posteriormente entregar los datos de los sensores a uno de los MRMs, a los controladores 120 de riego satélite y/o al controlador 110 de riego central. En muchas realizaciones, los adaptadores 165 de radio no se comunican directamente con otros adaptadores de radio, y de manera correspondiente no se trata típicamente de una red paritaria y típicamente

no se compensan los fallos en el seno de la red. Más aún, los datos de sensores típicamente no se distribuyen directamente desde un adaptador de radio hasta otro adaptador de radio. De manera similar, en muchas realizaciones, los adaptadores de radio típicamente no están configurados para implementar auto regeneración (por ejemplo, comunicarse con una RR diferente) si la comunicación con un MRM 130 o una RR 135 asignadas se interrumpe. Más aún, en muchas realizaciones, las RRs 135 tampoco están configuradas para tomar acciones de auto regeneración en el caso de que la comunicación con un adaptador 165 de radio, con otra RR 135 y/o con un MRM 130 se interrumpa.

El módulo 160 de control y/o el adaptador 165 de radio pueden configurarse para transmitir de vuelta datos de sensores y/o información de alarmas sobre la red 115 de comunicación inalámbrica del sistema 100 de riego. Por ejemplo, un sensor de lluvia puede transmitir información de lluvia (por ejemplo, una indicación de que se ha alcanzado un umbral, pulsos que indican cantidades de agua caídas, información de acumulación y/u otra información relevante). En respuesta, el módulo 160 de control y/o el adaptador 165 de radio pueden transmitir una alarma y/o información a lo largo de la red 115 de comunicación inalámbrica. En algunos casos, la alarma de sensor y/o la información de sensor pueden no ser enviadas automáticamente a lo largo de la red 115 de comunicación en tiempo real. En otros casos o en otras implementaciones, la información de sensor y/o las alertas pueden, por el contrario, ser enviadas de vuelta de manera periódica (por ejemplo, pueden ser enviadas sobre la base de una programación), pueden incluirse en una respuesta a una petición proveniente del MRM 130 o un transmisor 125 de campo, pueden incluirse en una respuesta a una llamada (por ejemplo, a una llamada regular desde un MRM), o transmitirse de otro modo.

De manera adicional o de manera alternativa, el módulo 160 de control puede retener la información de sensor y/o la alerta de sensor, y responder a una petición proveniente del adaptador 165 de radio. En algunos casos, el adaptador 165 de radio puede solicitar periódicamente al módulo de control (por ejemplo, utilizando la comunicación infrarroja) que envíe la información de sensor y/o puede interrogar al módulo de control respecto a si se ha producido o no un cambio en el estado de un sensor. Estas peticiones pueden espaciarse en el tiempo en un intento de preservar potencia de alimentación y/o pueden enviarse cuando se envían otras comunicaciones o peticiones al módulo 160 de control (por ejemplo, el adaptador 165 de radio puede consultar al módulo de control de manera periódica, tal como, por ejemplo, cada 4, 6 o 12 horas o en otros períodos). La petición o la consulta del adaptador 165 de radio puede programarse en el adaptador de radio o puede basarse en una instrucción, una consulta o una llamada proveniente del controlador 110 de riego central, de un controlador 120 de riego satélite o de un MRM 130. El adaptador 165 de radio puede transmitir la información a un MRM 130 para utilizarse en una red 140 MRM o bien sobre el sistema 100 de riego. El adaptador de radio puede comunicar inmediatamente la información, o bien estar configurado para transmitir la información basándose en una programación o en respuesta a una consulta del MRM 130 o del controlador 110 de riego central.

El módulo 160 de control puede configurarse para llevar a cabo una acción local en respuesta a un cambio en el estado de un sensor o basándose en información de sensor. En algunos casos, la acción puede ser tomada en tiempo real en respuesta directa a la información de sensor y/o al cambio de estado. De manera similar, el adaptador 165 de radio puede configurarse para instruir al módulo 160 de control para llevar a cabo una acción en respuesta al cambio de estado del sensor y/o a la información de sensor.

Tal como se describió anteriormente, el cambio de estado de sensor y/o la información de sensor pueden, en algunos casos, ser también compartidos con otros módulos 160 de control, adaptadores 165 de radio, MRM 130, controladores 120 de riego satélite, el controlador 110 de riego central, y/u otros dispositivos de la red de riego o de fuera de la red de riego (por ejemplo, otra red de riego relacionada que pueda recibir información proveniente del controlador 110 de riego central, tal como a través de la red Internet o proveniente de un dispositivo secundario, tal como siendo enviada por un teléfono móvil inteligente que accede al controlador 110 de riego). El tiempo de respuesta de otros dispositivos del sistema 100 de riego, sin embargo, está normalmente retrasada en algunas implementaciones. La información de sensor y/o las alertas pueden no ser enviadas inmediatamente y/o en tiempo real a lo largo de la red 115 de comunicación a otros dispositivos del sistema 100 de riego. Por el contrario, las alertas de sensor y/o la información de sensor pueden obtenerse y/o enviarse desde el adaptador 165 de radio sobre la base de un programa (por ejemplo, cada 12 horas para ahorrar potencia de batería). Como resultado de ello, incluso aunque el módulo 160 de control directamente acoplado con el sensor pueda tomar una acción inmediata, otros dispositivos del sistema 100 de riego pueden no tomar una acción inmediata durante un tiempo. De manera beneficiosa, sin embargo, la información de sensor puede ser compartida y utilizada por múltiples dispositivos a lo largo del sistema 100 de riego (y potencialmente fuera del sistema 100 de riego).

La FIG. 17 representa un diagrama de flujo simplificado de un proceso 1710 implementado por un MRM 130 para distribuir información de sensor. En algunas realizaciones, el proceso incluye un paso 1712 en el que el MRM emite una petición de información de sensor, típicamente, transmitiendo de manera inalámbrica una llamada o petición de sensor. En el paso 1714, el MRM recibe información de sensor proveniente de uno o varios módulos 160 de control y/o adaptadores 165 de radio. Típicamente, la información de sensor se recibe de manera inalámbrica en el MRM 130; sin embargo, la información de sensor puede recibirse utilizando otros métodos, tales como desde el transmisor 125 de campo. En el paso 1716, el MRM 130 determina si se ha producido un cambio de estado. Debe apreciarse que, en algunos casos, la información de sensor no se proporciona al MRM a no ser que se produzca un cambio de

estado. En otros casos, sin embargo, la información de sensor puede proporcionarse independientemente del estado, o basándose en una evaluación continua.

En el paso 1720, el MRM identifica el módulo 160 de control, el adaptador 165 de radio y/o el sensor 170 que ha suministrado la información. En el paso 1722, el MRM 130 identifica uno o varios otros dispositivos (por ejemplo, otros adaptadores 165 de radio y módulos 160 de control) que se definen para compartir la información de sensor. En el paso 1724, el MRM transmite información de sensor y/o instrucciones dirigidas a aquellos dispositivos definidos para compartir la información de sensor.

El módulo 160 de control puede llevar a cabo o bien ser instruido para llevar a cabo un número cualquiera de acciones potenciales basándose en la información de sensor. Las acciones típicamente dependen del sensor 170 que está siendo monitorizado, de la información de sensor y/o de la alerta recibidas, y de las capacidades del módulo 160 de control. Por ejemplo, en algunos casos, cuando se está monitorizando un sensor de lluvia y se recibe una alerta de lluvia que indica que ha caído una cantidad umbral de lluvia (típicamente dentro de una duración temporal umbral), el módulo 160 de control puede evitar la activación de o interrumpir el funcionamiento de la o las válvulas o estaciones controladas por el módulo de control. De manera adicional o de manera alternativa, una válvula principal maestra que suministra agua a una o varias válvulas puede cerrarse en respuesta a cierta información de sensor (por ejemplo, si un sensor de lluvia o un sensor de meteorología está activo) impidiendo el riego de las válvulas asociadas (y permaneciendo cerrada hasta que cambien las condiciones). En algunas realizaciones, el MRM 130, el módulo 160 de control y/o el adaptador 165 de radio pueden aplicar diferentes umbrales a diferentes válvulas, estaciones y/o programas de riego. De manera similar, una alerta de sensor puede hacer que se evite o se interrumpa un número inferior al número total de válvulas controladas por un módulo de control. El módulo 160 de control puede configurarse para continuar funcionando y/o para que un temporizador de riego continúe funcionando incluso cuando se evita el riego por parte de una o varias válvulas en respuesta a información de sensor. La no interrupción del funcionamiento permite al módulo de control continuar con el riego en un tiempo real programado y/o anticipado cuando un sensor activo se vuelve subsiguientemente inactivo y/o la información de sensor indica que puede comenzar la irrigación.

El uso de un sensor de caudal y/o un medidor de agua puede permitir al módulo 160 de control, al adaptador 165 de radio y/o al sistema 100 de riego controlar la cantidad de agua suministrada así como monitorizar la condición del sistema de riego. Un caudal detectado que está por debajo de un primer umbral mientras un módulo de control está intentando regarla puede indicar la existencia de un problema aguas arriba o aguas abajo de la válvula (por ejemplo, una fuga, una obstrucción, una válvula taponada u otro problema). De manera adicional, uno o varios otros umbrales de caudal pueden indicar un problema a lo largo de la corriente; por ejemplo, un caudal superior a un umbral puede indicar una fuga. De manera similar, puede detectarse una fuga potencial cuando un sensor de caudal continúa detectando caudal de agua cuando no hay ninguna válvula abierta. Por consiguiente, en algunos casos, un módulo 160 de control y/o un adaptador 165 de radio pueden configurarse para monitorizar el caudal durante una duración de tiempo predeterminada después de cerrar una o varias válvulas (por ejemplo, 2 minutos después de terminar el riego). La detección de un caudal de agua continuo puede indicar una fuga en las tuberías de agua, los sellos, las válvulas o en elementos similares. La gestión del caudal puede proporcionar adicionalmente un cierre de alto caudal cuando el caudal supera un umbral. En muchos casos, la gestión de caudal y los umbrales se establecen y se configuran mediante el software de riego y/o el controlador de riego central.

En algunas realizaciones, el módulo 160 de control y/o el adaptador 165 de radio están dotados de y/o están programados con información de caudal relevante y/o información de sensor de caudal para permitir una consideración precisa de la información de caudal recibida desde un sensor o medidor de caudal (por ejemplo, información de calibración, caudal máximo tal como un número de pulsos por minuto, y/u otros parámetros de ese tipo). En algunos casos, la información de sensor de caudal no se comparte puesto que esta información puede ser específica para un cierto módulo de control. En otros casos, sin embargo, en los que el módulo 160 de control está asociado con una válvula maestra u otra válvula con otras válvulas aguas abajo, la información de sensor de caudal puede ser relevante para los otros módulos de control. Puede utilizarse esencialmente cualquier sensor y/o medidor de caudal. Por ejemplo, algunos sensores de caudal proporcionan un número de pulsos que igualan a un cierto caudal, que puede necesitar ser calibrado.

Tal como se describió anteriormente, el módulo 160 de control y/o el módulo de control en cooperación con el adaptador 165 de radio pueden transmitir información de sensor, niveles de batería y/u otra información al MRM 130, al controlador 120 de riego satélite, al transmisor 125 de campo y/o al controlador 110 de riego central. La información de sensor proporcionada puede depender del sensor que está siendo monitorizado, de la información disponible de ese sensor, y de las capacidades del módulo de control y/o del adaptador de radio. Por ejemplo, en algunos casos, el reporte de información de sensor puede incluir, pero sin limitarse a, un tipo de sensor, un estado de sensor (por ejemplo, ON/OFF, tal como para sensor de lluvia o límite superior/inferior para sensor de caudal), fecha y/u hora de evento, valores, cantidades y/u otra información de ese tipo. El adaptador 165 de radio está configurado, en algunas realizaciones, para repetir la información de sensor y/o la alerta de sensor durante un periodo de tiempo (por ejemplo, durante las siguientes 24 horas), por ejemplo, en el caso de que una red no responda (por ejemplo, una RR 135 recibe alimentación de energía eléctrica solamente durante la noche y no recibe una o varias comunicaciones). Pueden definirse un umbral máximo para el número de repeticiones, lo que puede

limitar el consumo de batería. Más aún, pueden definirse umbrales de tiempo máximo y mínimo entre transmisiones repetidas.

5 El controlador 110 de riego central, el controlador 120 de riego satélite, el MRM 130 y/o el transmisor 125 de campo pueden utilizar la información de sensor con uno o varios otros módulos de control para controlar el sistema de riego. En algunas realizaciones, el controlador 110 de riego central puede utilizar información de sensor recibida a través de uno o varios módulos 160 de control para controlar el riego sobre una parte o sobre todo el sistema 100 de riego. En algunos casos, por ejemplo, el controlador 110 de riego central está configurado para comunicar diferentes instrucciones a lo largo del sistema de riego, tales como, pero sin limitarse a, controlar válvulas seleccionables para que sean afectadas por una anulación de sensor, iniciar una puesta en marcha manual de uno o varios programas de riego en uno o varios módulos 160 de control, definir una instrucción ON manual con duración programable, definir una instrucción OFF manual (por ejemplo, un apagado de uno o varios módulos 160 de control o de uno o varios programas de riego de un módulo de control), una instrucción OFF o una instrucción ON para uno o varios o todos los módulos de control, una anulación de información de sensor, una instrucción de DELAY (retraso) (por ejemplo, retraso por lluvia) para uno o varios módulos 160 de control, y/u otras instrucciones relevantes. Las condiciones para emitir las instrucciones referidas pueden, en algunas realizaciones, definirse en el controlador 110 de riego central, pero emitiéndose al MRM 130 de tal manera que el MRM inicie acciones para implementar la instrucción relevante, típicamente de manera automática por parte del MRM sin instrucciones o comandos adicionales provenientes del controlador de riego central.

20 El controlador 110 de riego central puede registrar y/o generar reportes en relación a la información de sensor y/o a las acciones de control llevadas a cabo en respuesta a la información de sensor. Adicionalmente, el controlador 110 de riego central puede mostrar una notificación o generar una alerta en respuesta a información de sensor. En algunos casos, la información de registro de sensor puede obtenerse de un módulo 160 de control y/o de un adaptador 165 de radio.

25 También puede configurarse un transmisor 125 de campo para recibir datos de sensor provenientes de un módulo 160 de control y/o de un adaptador 165 de radio. En algunos casos, el transmisor de campo está configurado para ser capaz de mostrar una alerta o una alarma cuando recibe datos de sensor y/o datos de módulo de control. Por ejemplo, el transmisor 125 de campo puede estar configurado para mostrar un símbolo parpadeante, un gráfico, una imagen, o un logotipo (por ejemplo, una alerta mediante un logotipo de caudal o un símbolo de lluvia parpadeando), mostrar niveles o cantidades basándose en información de sensor (potencialmente en una fuente con un tamaño de letra diferente o mayor), mostrar información de estado y/u otra información relevante. Otra información que puede mostrarse y/o estar disponible de otro modo a través del transmisor 125 de campo (y/o el controlador 110 de riego central) puede incluir, pero sin limitarse a, tipo de sensor (por ejemplo, de caudal, de lluvia (por cable), de lluvia (inalámbrico), de escarcha, de viento, de humedad del suelo, etc.), válvulas afectadas por sensor, calibración de medidor de agua, máximo caudal (por ejemplo, velocidad de pulsos) para una o varias válvulas, uno o varios umbrales y/o valores de desplazamiento, y otros parámetros de información relevante similares.

35 Algunas realizaciones soportan adicionalmente actualizaciones y/o nuevas programaciones (*reflasheados*) de uno o varios componentes del sistema 100 de riego. Por ejemplo, el MRM 130 y/o la RR 135 pueden ser vueltas a programar para actualizar y/o reemplazar el firmware del MRM o la RR, respectivamente. En algunos casos, el *reflasheado* puede implementarse a través del controlador 110 de riego central, del transmisor 125 de campo, de una memoria portátil o de un dispositivo de ese tipo. El *reflasheado* puede estar asociado con el microprocesador o microprocesadores del MRM por la RR, con la comunicación inalámbrica del MRM con la RR y/o con otros aspectos del MRM y/o RR, y puede implementarse a través de una comunicación por cable o inalámbrica. De manera similar, en algunos casos, los controladores 120 de riego satélite y/o los adaptadores 165 de radio pueden ser *reflasheados*.

45 Tal como se describió anteriormente, algunas realizaciones proporcionan adicionalmente comunicaciones seguras o privadas. Por ejemplo, pueden incluirse el software de seguridad y/o un chip de seguridad en un transmisor 125 de campo, un MRM 130, una RR 135, un módulo 160 de control y/o un adaptador 165 de radio para proporcionar una impugnación y/o una protección de seguridad de autenticación a las comunicaciones por radio y/u ópticas entre componentes del sistema 100 de riego. Estas protecciones, en algunos casos, pueden evitar que componentes del sistema de riego se intercomunicuen a no ser que haya resultado exitosa una autenticación mutua.

50 Algunas realizaciones utilizan encriptación durante las comunicaciones. La encriptación proporciona protección a las comunicaciones a la vez que garantiza la autenticación del dispositivo receptor. Más aún, en algunas realizaciones, un dispositivo de transmisión dentro del sistema puede identificar al dispositivo receptor antes de comunicarse. Por ejemplo, un adaptador 165 de radio puede identificar el módulo 160 de control y/o el tipo de módulo de control con el que se está comunicando. Como resultado de ello, el dispositivo de transmisión puede determinar si el dispositivo receptor es un dispositivo de versiones anteriores que no puede recibir o descifrar la comunicación de manera precisa. En esos casos, el dispositivo transmisor puede no encriptar la comunicación. De manera adicional, el dispositivo transmisor puede no pedir una autenticación a un dispositivo de versiones anteriores cuando el dispositivo de versiones anteriores es incapaz de proporcionar la autenticación.

60 La FIG. 18 representa un diagrama de flujo simplificado de un proceso 1810, de acuerdo con algunas realizaciones, que proporciona funcionalidad adicional a través de un adaptador 165 de radio cuando coopera con un módulo 160

de control de versiones anteriores o con otro módulo de control que posee una funcionalidad limitada. En el paso 1812, el adaptador 165 de radio detecta un enlace de comunicación con un módulo 160 de control. De nuevo, el módulo de control comprende uno o varios accionadores de válvula, cada uno de los cuales está configurado para controlar una válvula de riego. En el paso 1814, el adaptador de radio identifica un tipo, versión y/o capacidad del módulo de control y/o determina si el módulo de control es un módulo de control de versiones anteriores o si de otro modo posee un conjunto reducido de funciones en relación al conjunto de funciones de una versión posterior del módulo de control. Por ejemplo, el adaptador de radio detectado puede tener menor funcionalidad que un módulo de control más moderno o un módulo de control mejorado.

En el paso 1816, el adaptador 165 de radio recibe de manera inalámbrica programación de riego (por ejemplo, utilizando transmisión por radiofrecuencia). En el paso 1820, el adaptador de radio transfiere la programación de riego al módulo de control, cuando el módulo de control no es un módulo de control de versiones anteriores y/o posee un conjunto de funciones mejorado en relación a otras versiones de un módulo de control, para implementarse por parte del módulo de control. En el paso 1822, el adaptador de radio almacena localmente la programación de riego cuando el módulo de control es un módulo de control de versiones anteriores y/o posee un conjunto de funciones reducido en relación a un conjunto de funciones de una versión posterior del módulo de control. El proceso puede continuar hasta el paso 1824, en el que el adaptador 165 de radio implementa el programa de riego cuando el módulo 160 de control es un módulo de control de versiones anteriores. En algunos casos, la implementación por parte del adaptador de radio del programa de riego puede comprender comunicar una instrucción de riego, tal como una instrucción para que el módulo 160 de control de versiones anteriores active al menos uno de el o los accionadores de válvula de acuerdo con la programación de riego. Por consiguiente, en algunas implementaciones, el módulo 160 de control puede efectivamente ser un esclavo en relación al adaptador de radio.

Los métodos, técnicas, sistemas, dispositivos, servicios, servidores, fuentes y elementos similares descritos en la presente memoria pueden utilizarse, implementarse y/o hacerse funcionar en muchos tipos de dispositivos y/o sistemas diferentes. Haciendo referencia a la FIG. 19, se ilustra un diagrama de bloques simplificado de un sistema 1900 que puede utilizarse para una cualquiera de tales implementaciones, de acuerdo con algunas realizaciones. Uno o varios componentes del sistema 1900 pueden utilizarse para implementar cualquier sistema, aparato o dispositivo mencionado anteriormente o que se mencionarán más adelante, o partes de dichos sistemas, aparatos o dispositivos, tales como, por ejemplo, cualquiera de los controladores 110 de riego centrales, transmisor 125 de campo, MRM 130, RR 135, módulo 160 de control, adaptador 165 de radio, y dispositivos similares mencionados anteriormente o que se mencionarán más adelante. Sin embargo, el uso del sistema 1900 o de una parte del mismo ciertamente no se requiere.

Por medio de un ejemplo, el sistema 1900 puede comprender uno o varios controladores o módulos 1910 de proceso que incluyen uno o varios procesadores 1912 y memorias 1914, receptores, transmisores o transeptores 1916 (que pueden estar conectados a una antena 1936 o a otra estructura similar), una fuente 1940 de alimentación de energía eléctrica, y enlaces, caminos, interconexiones, buses o elementos 1918 similares. Algunas realizaciones pueden incluir adicionalmente una interfaz 1920 de usuario y/o interfaces 1934 de entrada/salida (I/O), puertos, conexiones, accionadores y dispositivos de ese tipo. Adicionalmente, algunas realizaciones pueden incluir uno o varios accionadores 1930-1931, tales como uno o varios accionadores de válvula para activar una válvula de riego llevándola al estado abierto o cerrado. Una fuente 1940 de alimentación o suministro de alimentación eléctrica está incluida o acoplada con el sistema 1900, tal como una fuente de suministro de alimentación eléctrica por batería y/o un acoplamiento a una fuente de alimentación de energía eléctrica externa. Tal como se describió anteriormente, algunos componentes, dispositivos o sistemas funcionan parcialmente o totalmente a partir de una o varias baterías (por ejemplo, una RR 135, un módulo 160 de control y/o un adaptador 165 de radio pueden implementarse para ser alimentados parcialmente únicamente mediante batería), mientras que otros componentes pueden funcionar mediante acoplamiento a una línea de alimentación de corriente alterna, por ejemplo una red de distribución de energía eléctrica, o una combinación de las mismas. El controlador 1910 y/o los procesadores 1912 pueden implementarse utilizando uno o varios procesadores, microprocesadores, unidades de procesamiento central, lógica, almacenamiento digital local, firmware y/u otro hardware y/o software de control, y pueden utilizarse para ejecutar o asistir en la ejecución de pasos de los métodos y técnicas descritos en la presente memoria, y en el control y/o la implementación de diversos programas, comunicaciones, programación de horarios de riego, listados, interfaces, etc. La interfaz 1920 de usuario puede permitir a un usuario interactuar con el sistema 1900 y/o recibir información a través del sistema. En algunos casos, la interfaz 1920 de usuario incluye una pantalla 1922 de visualización y/o uno o más dispositivos 1924 de entrada de usuario, tal como botones, mandos giratorios, teclas, un teclado, un ratón, una bola rastreadora, una controladora de juego, una pantalla táctil, etc., que pueden ser parte del sistema 1900 o estar acopladas mediante cable o de manera inalámbrica con el mismo.

Típicamente, el sistema 1900 incluye adicionalmente una o varias interfaces de comunicación, puertos, transeptores 1916 y dispositivos similares que permiten al sistema 1900 estar en comunicación por cable y/o de manera inalámbrica con otros componentes o dispositivos del sistema 100 de riego o externos al sistema 100 de riego. Más aún, el transeptor 1916 puede estar configurado para configuraciones de conexión por cable, inalámbrica, óptica, por cable de fibra óptica o de tipos similares, o combinaciones de tales comunicaciones. Algunas realizaciones incluyen de manera adicional o de manera alternativa interfaces 1934 de I/O que permiten al

dispositivo comunicarse con otros dispositivos.

El sistema 1900 comprende un ejemplo de un sistema basado en control y/o procesador con el controlador 1910. De nuevo, el controlador 1910 puede implementarse utilizando uno o varios procesadores, controladores, unidades de procesador central, lógica, software y sistemas de ese tipo. Más aún, en algunas implementaciones el controlador 1910 puede proporcionar funcionalidad de multiprocesador.

La memoria 1914, a la que puede acceder el procesador 1912, típicamente incluye uno o varios medios legibles por procesador y/o legibles por computador a los que accede al menos el procesador 1912, y que pueden incluir medios volátiles y/o no volátiles, tales como memorias RAM, ROM, EEPROM, flash y/u otras tecnologías de memoria. Más aún, la memoria 1914 se muestra como interna al controlador 1910 e interna al sistema 1900; sin embargo, la memoria 1914 puede ser interna, externa o una combinación de interna y externa en relación al controlador 1910 o al sistema 1900. De manera similar, una parte o toda la memoria 1914 puede ser interna en relación a uno o varios procesadores 1912 que implementan el controlador 1910. La memoria externa puede ser esencialmente cualquier memoria relevante tal como, pero sin limitarse a, una o varias tarjetas digitales seguras de memoria flash (SD), un lápiz de memoria o una unidad de memoria de tipo bus serie universal (USB), u otras tarjetas de memoria, discos duros y otras memorias similares o combinaciones de tales memorias. La memoria 1914 puede almacenar código, software, ejecutables, códigos de programa, datos, programas de riego, información de red MRM, información de red RR, información de intensidad de señal, identificadores, información de red, direcciones de comunicación, protocolos, información de sensor, información de compartición de sensor, parámetros de control, información de enrutado, información de copia de respaldo, otra información de riego relevante, información sobre meteorología, datos ET, datos de registro o de historia, información de usuario, e información de ese tipo. En algunas realizaciones, la memoria 1914 del controlador 1910 y/u otra memoria accesible por los procesadores 1912 almacenan código o instrucciones de programa ejecutables. El o los procesadores 1912 están configurados para ejecutar al menos una parte del código o las instrucciones de programa ejecutables almacenadas en la memoria para implementar una o varias funciones o elementos tales como los descritos en la presente memoria.

La FIG. 20 representa un diagrama de bloques simplificado de un módulo 160 de control de acuerdo con algunas realizaciones. En esta realización, el módulo 160 de control incluye un controlador 2010 que incluye uno o varios procesadores 2012 y memorias 2014, una o varias interfaces 2034 de I/O, uno o varios accionadores 2030-2031 de válvula, enlaces, caminos, interconexiones, buses o elementos 2018 similares, y una fuente 2040 de alimentación de energía eléctrica mediante batería. El controlador 2010, los procesadores 2012, la memoria 2014, las interfaces 2034 de I/O, los accionadores 2030-2031 de válvula, y las interconexiones 2018 pueden ser similares a las descritas anteriormente haciendo referencia a la FIG. 19 o bien a otros dispositivos tales como los que se describieron anteriormente y como los que se describirán a continuación. La interfaz 2034 de I/O está configurada para permitir comunicación con al menos un adaptador 165 de radio y/o el transmisor 125 el campo. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la interfaz de I/O comprende una interfaz de comunicación óptica (por ejemplo, infrarroja). En algunas realizaciones, la fuente 2040 de alimentación de energía eléctrica mediante batería proporciona la única fuente de alimentación de energía eléctrica para el módulo 160 de control.

La FIG. 21 representa un diagrama de bloques simplificado de un adaptador 165 de radio de acuerdo con algunas realizaciones. En esta realización, el adaptador 165 de radio incluye un controlador 2110 que incluye uno o varios procesadores 2112 y memoria 2114, una o varias interfaces 2134 de I/O, uno o varios transceptores 2116 inalámbricos (por ejemplo, un transceptor de radiofrecuencia), una antena 2136, enlaces, caminos, interconexiones, buses o dispositivos 2118 similares, y una fuente 2140 de alimentación de energía eléctrica mediante batería. El controlador 2110, los procesadores 2112, la memoria 2114, las interfaces 2134 de I/O, los transceptores 2116, la antena 2136 y las interconexiones 2118 pueden ser similares a las descritas anteriormente haciendo referencia a la FIG. 19 o bien a otros dispositivos tales como los que se describieron anteriormente y como los que se describirán a continuación. La interfaz 2134 de I/O está configurada para permitir comunicación con al menos un módulo 160 de control. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la interfaz de I/O comprende una interfaz de comunicación óptica (por ejemplo, infrarroja). En algunas realizaciones, la fuente 2140 de alimentación de energía eléctrica mediante batería proporciona la única fuente de alimentación de energía eléctrica para el adaptador 165 de radio.

La FIG. 22 representa un diagrama de bloques simplificado de un MRM 130 de acuerdo con algunas realizaciones. En esta realización, el MRM 130 incluye un controlador 2210 que incluye uno o varios procesadores 2212 y memorias 2214, una o varias interfaces 2234 de I/O, uno o varios transceptores 2216 inalámbricos (por ejemplo, un transceptor de radiofrecuencia), una antena 2236, y enlaces, caminos, interconexiones, buses o dispositivos 2218 de ese tipo. El controlador 2210, los procesadores 2212, la memoria 2214, las interfaces 2234 de I/O, los transceptores 2216, la antena 2236, y las interconexiones 2218 pueden ser similares a las descritas anteriormente haciendo referencia a la FIG. 19 o bien a otros dispositivos tales como los que se describieron anteriormente y como los que se describirán a continuación. La interfaz 2234 de I/O, en algunas realizaciones, está configurada para permitir al MRM comunicarse con un NCC 930, un panel 912 de control de un controlador 120 de riego satélite, o con otros dispositivos. El transceptor 2216 permite al MRM comunicarse de manera inalámbrica con al menos RRs 135, transmisores 125 de campo, y/o adaptadores 165 de radio. Aunque no se muestra en la FIG. 22, el MRM 130 puede incluir una fuente de alimentación de energía eléctrica. En algunas implementaciones, la fuente de alimentación de energía eléctrica suministra potencia al MRM a través de un transformador 934 situado en el interior de un

controlador 120 de riego satélite (por ejemplo, a través de un plano trasero del controlador de riego satélite). De manera alternativa o de manera adicional, puede incluirse o acoplarse con el MRM una batería u otra fuente de alimentación de energía eléctrica como fuente de alimentación o bien una fuente de alimentación de energía eléctrica alternativa.

5 La FIG. 23 representa un diagrama de bloques simplificado de una RR 135 de acuerdo con algunas realizaciones. En esta realización, la RR 135 incluye un controlador 2310 que incluye uno o varios procesadores 2312 y memorias 2314, uno o varios transceptores 2316 inalámbricos (por ejemplo, un transceptor de radiofrecuencia), una antena 2336, enlaces, caminos, interconexiones, buses o dispositivos 2318 de ese tipo, y una fuente 2340 de alimentación de energía eléctrica mediante batería. El controlador 2310, los procesadores 2312, la memoria 2314, los
10 transceptores 2316, la antena 2336 y las interconexiones 2318 pueden ser similares a las descritas anteriormente haciendo referencia a la FIG. 19 o bien a otros dispositivos tales como los que se describieron anteriormente y como los que se describirán a continuación. El transceptor 2316 permite a la RR 135 comunicarse de manera inalámbrica con al menos MRMs 130, transmisores 125 de campo y/o adaptadores 165 de radio. En algunas realizaciones, la fuente 2340 de alimentación de energía eléctrica mediante batería proporciona la única fuente de alimentación de
15 energía eléctrica para la RR 135. En otras realizaciones, puede proporcionarse de manera alternativa o de manera adicional una fuente de alimentación de energía eléctrica externa (por ejemplo, desde un poste de luz, un panel solar u otras fuentes de ese tipo).

La FIG. 24 representa un diagrama de bloques simplificado de un transmisor 125 de campo de acuerdo con algunas realizaciones. En esta realización, el transmisor 125 de campo incluye un controlador 2410 que incluye uno o varios
20 procesadores 2412 y memorias 2414, una o varias interfaces 2434 de I/O, una interfaz 2420 de usuario que puede incluir una pantalla 2422 de visualización y/o uno o varios dispositivos 2424 de entrada de usuario, uno o varios transceptores 2416 inalámbricos (por ejemplo, un transceptor de radiofrecuencia), una antena 2436, enlaces, caminos, interconexiones, buses o dispositivos 2418 de ese tipo, y una fuente 2440 de alimentación de energía eléctrica mediante batería. El controlador 2410, los procesadores 2412, la memoria 2414, las interfaces 2434 de I/O,
25 la interfaz 2420 de usuario, la pantalla 2422 de visualización, los dispositivos 2424 de entrada de usuario, los transceptores 2416, la antena 2436, las interconexiones 2418 y una fuente 2440 de alimentación de energía eléctrica mediante batería pueden ser similares a las descritas anteriormente haciendo referencia a la FIG. 19 o bien a otros dispositivos tales como los que se describieron anteriormente y como los que se describirán a continuación. La interfaz 2434 de I/O está configurada para permitir comunicación con un módulo 160 de control o con otros
30 dispositivos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la interfaz de I/O comprende una interfaz de comunicación óptica (por ejemplo, infrarroja). El transceptor 2416 permite al transmisor 125 de campo o comunicarse de manera inalámbrica con MRMs 130, RRs 135 y/o adaptadores 165 de radio. En algunas realizaciones, la fuente 2440 de alimentación de energía eléctrica mediante batería proporciona la única fuente de alimentación de energía eléctrica para el transmisor 125 de campo.

35 Tal como se describió anteriormente, algunas realizaciones proporcionan adicionalmente comunicaciones privadas o seguras. Pueden incluirse software seguro y/o un chip de seguridad en un transmisor 125 de campo, un MRM 130, una RR 135, módulos 160 de control y/o adaptadores 165 de radio para proporcionar una impugnación y/o protección de seguridad mediante autenticación a las comunicaciones de radio y/u ópticas entre componentes del sistema 100 de riego. Como resultado de ello, la seguridad proporcionada puede garantizar que los dispositivos
40 estén autorizados para comunicarse entre sí. Por ejemplo, la autenticación puede ser similar a la autenticación llevada a cabo entre un controlador y un módulo tal como se describe en la Patente de EE. UU. N° 7.460.079 titulada CONTROLADOR DE RIEGO MODULAR Y EXPANSIBLE (*MODULAR AND EXPANDABLE IRRIGATION CONTROLLER*), y en la Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU. N° 12/638.932, presentada el 15 de diciembre de 2009 por Nickerson y otros, titulada CONTROLADOR DE RIEGO MODULAR Y EXPANSIBLE
45 (*MODULAR AND EXPANDABLE IRRIGATION CONTROLLER*).

En algunas realizaciones, dos dispositivos de comunicación (por ejemplo, el controlador 110 de riego central y un controlador 120 de radio satélite; un controlador 120 de riego satélite y un MRM 130; un MRM 130 y una RR 135; un MRM y un adaptador 165 de radio; una RR 135 y un adaptador 165 de radio; un transmisor 125 de campo y un adaptador 165 de radio; un transmisor 125 de campo y un módulo 160 de control; un módulo 160 de control y un adaptador 165 de radio; o parejas de dispositivos similares) pueden ambos contener un mecanismo de impugnación/autenticación. Esto permite llevar a cabo un esquema de "autenticación mutua", que típicamente puede iniciarse por cualquiera de los dispositivos. Tal como se muestra en la FIG. 25, en una forma un primer dispositivo (por ejemplo, una RR 135) inicia un procedimiento de autenticación (Paso 2510) con el primer dispositivo generando un número aleatorio (Paso 2511), pasando este número aleatorio al segundo dispositivo (por ejemplo, un adaptador 165 de radio) como una impugnación (Paso 2512, que puede expresarse genéricamente como transmitir una petición de autenticación al segundo dispositivo), y también procesando este número aleatorio (Paso 2513) a través de un algoritmo de autenticación secreto contenido en el seno del primer dispositivo. El segundo dispositivo recibe este número aleatorio y también procesa este mismo número aleatorio (Paso 2514) a través de un algoritmo de autenticación secreto idéntico (por ejemplo, contenido en el seno de un microcontrolador del segundo dispositivo, en un chip de seguridad separado, o en un dispositivo de ese tipo). El segundo dispositivo envía el resultado (Paso 2515) desde el algoritmo de autenticación secreto como una respuesta al primer dispositivo.

Basándose en la respuesta recibida del segundo dispositivo, el primer dispositivo determina si el segundo dispositivo es un dispositivo autorizado con el que pueden intercambiar comunicaciones. Por ejemplo, el primer dispositivo puede comparar el resultado computado internamente con el resultado proporcionado por el segundo dispositivo (Paso 2516). Cuando los resultados coinciden, ello indica entonces al primer dispositivo que el segundo dispositivo conoce indudablemente el algoritmo de autenticación secreto y por lo tanto es un dispositivo válido y autorizado (Paso 2517). El primer dispositivo puede entonces continuar interactuando y comunicándose con el segundo dispositivo. Cuando los resultados no coinciden, el segundo dispositivo no está autorizado para operar con el primer dispositivo. En algunos casos, cuando se detecta un dispositivo no autorizado, puede emitirse una alerta de intromisión (Paso 2518), por ejemplo al controlador 110 de riego central. La alerta puede enviarse a uno o varios otros dispositivos y/o mostrarse.

De manera adicional o de manera alternativa, el segundo dispositivo (por ejemplo, el adaptador 165 de radio) puede intentar recibir garantías de que está comunicándose con un primer dispositivo (por ejemplo, una RR 135) autenticado. En esta realización, el segundo dispositivo puede enviar una impugnación al primer dispositivo (Paso 2530), tal como se muestra en la FIG. 28. El segundo dispositivo, por ejemplo, puede generar un número aleatorio (Paso 2531), pasar este número aleatorio al primer dispositivo como una impugnación (Paso 2532, que puede expresarse genéricamente como transmitir una petición de autenticación al primer dispositivo), y también procesar este número aleatorio (Paso 2533) a través de un algoritmo de autenticación secreto contenido en el seno del segundo dispositivo. El primer dispositivo recibe este número aleatorio y también procesa este mismo número aleatorio (Paso 2534) a través de un algoritmo de autenticación secreto idéntico contenido en el seno del primer dispositivo. El primer dispositivo puede entonces enviar el resultado del algoritmo de autenticación secreto como una respuesta al segundo dispositivo (Paso 2535). Basándose en la respuesta recibida del primer dispositivo, el segundo dispositivo puede determinar si el primer dispositivo es un dispositivo autorizado. Por ejemplo, el segundo dispositivo puede comparar el resultado que ha computado internamente con el resultado proporcionado por el primer dispositivo (Paso 2536). Cuando los resultados coinciden, esto indica entonces al segundo dispositivo que el primer dispositivo conoce indudablemente el algoritmo de autenticación secreto y por lo tanto es un dispositivo válido con el que la comunicación está autorizada (Paso 2537). El segundo dispositivo puede entonces continuar interactuando y comunicándose con el primer dispositivo. Cuando no existe coincidencia, entonces el primer dispositivo es identificado como no autorizado y el segundo dispositivo puede emitir una alerta de intromisión (Paso 2538). Se apreciará que tanto el primer dispositivo como el segundo dispositivo pueden iniciar la autenticación. De manera similar, ambos dispositivos pueden no llevar a cabo una autenticación. En algunas implementaciones, las comunicaciones entre dispositivos se mantienen como confidenciales (por ejemplo, los pasos 2512, 2515, 2532, 2535), por ejemplo mediante la encriptación de los datos comunicados.

De manera adicional o de manera alternativa, algunas realizaciones llevan a cabo otras autenticaciones. Por ejemplo, un segundo dispositivo (por ejemplo, un adaptador 164 de radio) puede contener un mensaje de texto predeterminado como, por ejemplo, un mensaje de texto que está protegido por copyright. Este mensaje de texto puede ser transmitido por el segundo dispositivo a un primer dispositivo (por ejemplo, un módulo 160 de control). El primer dispositivo espera recibir un mensaje de texto válido (por ejemplo, el mensaje de copyright) proveniente de otros dispositivos autenticados. Cuando el primer dispositivo no recibe un mensaje tal, el primer dispositivo trata a ese segundo dispositivo como un dispositivo de intromisión y puede ignorar a ese segundo dispositivo. Más aún, el primer dispositivo puede emitir una alerta. De nuevo, las comunicaciones pueden estar protegidas, por ejemplo, a través de encriptación.

Una o varias de las realizaciones, métodos, procesos, estrategias y/o técnicas descritas anteriormente o descritas más adelante pueden implementarse en uno o varios programas computacionales que pueden ejecutarse en un sistema basado en procesador. A modo de ejemplo, un sistema basado en procesador tal puede comprender el sistema 1900 basado en procesador, un computador, un controlador de riego satélite, un módulo de control, un adaptador de radio, un MRM, una RR, un controlador de riego central, etc. Un programa computacional tal puede utilizarse para ejecutar varios pasos y/o elementos de los métodos, procesos y/o técnicas descritos anteriormente o descritos a continuación. Es decir, el programa computacional puede estar adaptado para hacer que un sistema basado en procesador ejecute y consiga las funciones descritas anteriormente o descritas más adelante, o configurarlo para que lo haga. Por ejemplo, tales programas computacionales pueden utilizarse para implementar cualquier realización de los pasos, procesos o técnicas descritas anteriormente o descritos a continuación para permitir el riego y/o el control del riego. Como otro ejemplo, tales programas computacionales pueden utilizarse para implementar cualquier tipo de herramienta o utilidad similar que utilice cualquiera o alguna más de las realizaciones, métodos, procesos, estrategias y/o técnicas descritas anteriormente o que se describirán más adelante. En algunas realizaciones, pueden utilizarse módulos de código de programa, bucles, subrutinas, etc., en el seno del programa computacional para ejecutar varios pasos y/o elementos de los métodos, procesos y/o técnicas descritas anteriormente o que se describen más adelante. En algunas realizaciones, el programa computacional puede estar almacenado o embebido en un medio o medios de registro o de almacenamiento legibles por computador, tales como cualesquiera de los medios de registro o almacenamiento legibles por computador descritos en la presente memoria.

Por consiguiente, algunas realizaciones proporcionan un producto de programa computacional o programa ejecutable por procesador que comprende un medio configurado para embeber un programa computacional para ser

entregado a un procesador o a un computador y un programa computacional embebido en el medio configurado para causar que el procesador o el computador lleve a cabo o ejecute pasos que comprenden cualesquiera o alguno más de los pasos implicados en cualesquiera o alguna más de las realizaciones, métodos, procesos, estrategias y/o técnicas descritos en la presente memoria.

- 5 Muchas de las unidades funcionales descritas en este documento han sido etiquetadas como dispositivos, sistemas o módulos, con el fin de enfatizar de manera más particular su independencia en la implementación. Por ejemplo, un sistema como dispositivo o módulo puede implementarse como un circuito hardware que comprende circuitos VLSI personalizados o matrices de puertas, semiconductores "listos para usar" tales como chips lógicos, transistores u otros componentes discretos. Un sistema, dispositivo o módulo también puede implementarse mediante dispositivos de hardware programable tales como dispositivos de matriz de puertas programables, lógica de matrices programables, dispositivos lógicos programables o dispositivos de ese tipo.

10 Los sistemas, dispositivos o módulos también pueden implementarse mediante software para ser ejecutado en varios tipos de procesadores. Un sistema, dispositivo o módulo identificado de código ejecutable puede, por ejemplo, comprender uno o varios bloques físicos o lógicos de instrucciones computacionales que pueden, por ejemplo, organizarse como un objeto, un procedimiento o una función. En cualquier caso, los ejecutables de un sistema, dispositivo o módulo identificado no necesitan estar ubicados físicamente de manera conjunta, sino que pueden comprender instrucciones dispares almacenadas en diferentes ubicaciones que, cuando se unen entre sí de manera lógica, comprenden el sistema, dispositivo o módulo y consiguen el propósito establecido para el sistema, dispositivo o módulo.

15 Desde luego, un sistema, dispositivo o módulo de código ejecutable podría ser una única instrucción, o muchas instrucciones, e incluso podría estar distribuido a lo largo de varios segmentos de código diferentes, entre diferentes programas, y a lo largo de diferentes dispositivos de memoria. De manera similar, los datos de funcionamiento pueden identificarse e ilustrarse en la presente memoria en el seno de sistemas, dispositivos o módulos, y pueden realizarse de cualquier forma apropiada y organizarse en el seno de cualquier tipo de estructura de datos apropiada. Los datos de funcionamiento pueden recogerse como un único conjunto de datos, pueden distribuirse entre diferentes ubicaciones lo que incluye distribuirse entre diferentes dispositivos de almacenamiento, y pueden existir, al menos parcialmente, meramente como señales electrónicas en un sistema o red.

20 Algunas realizaciones proporcionan sistemas de riego que comprenden: un controlador de riego central; un módulo de radio maestro (MRM) en comunicación con el controlador de riego central; un módulo de control; y un adaptador de radio que coopera físicamente con el módulo de control. El un módulo de control puede comprender: un procesador, una interfaz de comunicación y uno o varios accionadores de válvula acoplados con el procesador, en donde el módulo de control está ubicado de manera separada en relación al controlador de riego central y al MRM, y está ubicado más aún por debajo del nivel del suelo, en donde el módulo de control está configurado para implementar programación de riego local de tal manera que el o los accionadores de válvula están cada uno de ellos configurados para controlar una válvula de riego diferente de acuerdo con la programación de riego. El adaptador de radio puede comprender: una interfaz de comunicación que está acoplada de manera que puede comunicarse con una interfaz de comunicación de un módulo de control que proporciona comunicación directa entre el adaptador de radio y el módulo de control, y un transceptor de radiofrecuencia inalámbrico configurado para proporcionar comunicación inalámbrica con el MRM en donde el adaptador de radio está configurado para retransmitir información entre el MRM y el módulo de control.

30 Algunas realizaciones proporcionan sistemas de riego que comprenden: un controlador de riego central; un módulo de radio en comunicación con el controlador de riego central; un módulo de control que comprende: un procesador, una interfaz de comunicación, y uno o más accionadores de válvula acoplados con el procesador, en donde el módulo de control está ubicado de manera separada en relación al controlador de riego central y al módulo de radio, en donde el módulo de control está configurado para implementar instrucciones de riego de una programación de riego de tal manera que el o los accionadores de válvula están cada uno de ellos configurados para controlar una válvula de riego diferente de acuerdo con la programación de riego; y un adaptador de radio en comunicación con el módulo de control, en donde el adaptador de radio comprende: una interfaz de comunicación acoplada de manera que puede comunicarse con la interfaz de comunicación del módulo de control proporcionando comunicación directa entre el adaptador de radio y el módulo de control, y un transceptor de radiofrecuencia inalámbrico configurado para proporcionar comunicación inalámbrica con el módulo de radio en donde el adaptador de radio está configurado para retransmitir información entre el módulo de radio y el módulo de control. Más aún, en algunos casos, el módulo de control comprende adicionalmente una batería de módulo de control, en donde la batería de módulo de control proporciona la única alimentación de energía eléctrica al módulo de control.

45 El adaptador de radio puede comprender adicionalmente una batería de adaptador de radio, en donde la batería de adaptador de radio proporciona la única alimentación de energía eléctrica al adaptador de radio. En algunas realizaciones, el sistema comprende adicionalmente una radioestación de retransmisión (RR) configurada para comunicarse de manera inalámbrica con el módulo de radio y con el adaptador de radio de tal manera que la RR transmite comunicaciones entre el módulo de radio y el adaptador de radio. Adicionalmente, algunas realizaciones incluyen un controlador de riego satélite, de manera que el módulo de radio está acoplado con el controlador de riego satélite y el controlador de riego satélite está acoplado de manera que puede comunicarse con el controlador

de riego central. El controlador de riego satélite puede comprender adicionalmente salidas de estación configuradas para activar válvulas de riego de acuerdo con la programación de riego implementada por el controlador de riego satélite. Más aún, el controlador de riego central puede comprender software central de riego ejecutado por el controlador de riego central para coordinar el riego a lo largo del sistema. En algunas realizaciones, el módulo de control está situado más aún por debajo del nivel del suelo. El módulo de control puede estar configurado para recibir e implementar localmente la programación de riego que especifican las instrucciones de riego. En algunas realizaciones, el módulo de control puede estar configurado para recibir las instrucciones de riego comunicadas desde el adaptador de radio. El adaptador de radio puede estar configurado para recibir de manera inalámbrica las instrucciones de riego y comunicar las instrucciones de riego al módulo de control. En algunas implementaciones, el adaptador de radio puede cooperar físicamente con el módulo de control.

Otras realizaciones proporcionan métodos para controlar el riego. Algunos de estos métodos comprenden: recibir de manera inalámbrica, en un módulo de radio, información de sensor obtenida por un primer módulo de control remoto directamente acoplado con un primer sensor, en donde el primer módulo de control comprende uno o varios accionadores de válvula, y el primer módulo de control está configurado para controlar, tal como dicta la programación de riego, el o los accionadores de válvula para que cada uno de ellos controle una válvula de riego diferente de acuerdo con la programación de riego; identificar, en el módulo de radio, uno o varios otros módulos de control que están asociados con el primer sensor, en donde el o los otros módulos de control no están directamente acoplados con el primer sensor; y comunicar de manera inalámbrica, desde el módulo de radio, información de control basada en la información de sensor a cada uno del o de los otros módulos de control de tal manera que cada uno del o de los otros módulos de control implementan programación de riego ajustada de acuerdo con la información de control. Algunas realizaciones comprenden adicionalmente comunicar, desde el módulo de radio, la información de sensor a un controlador de riego central. El hecho de comunicar de manera inalámbrica la información de control puede comprender comunicar de manera inalámbrica la información de control desde el módulo de radio hasta adaptadores de radio separados que cooperan directamente con y están acoplados de manera que pueden comunicarse con al menos uno del o de los otros módulos de control, de tal manera que cada uno de los adaptadores de radio envía la información y control al módulo de control respectivo de entre los otros módulos de control.

En algunas implementaciones, el método puede comprender adicionalmente comunicar de manera inalámbrica, desde el módulo de radio, información de control basada en la información de sensor a cada uno del o de los adaptadores de radio, en donde cada uno del o de los adaptadores de radio coopera directamente con y está acoplado de manera que puede comunicarse con el módulo correspondiente de entre los otros módulos de control, en donde cada uno del o de los otros adaptadores de radio está configurado para ajustar programación de riego que está implementada de manera local e independiente a través del adaptador de radio de acuerdo con la información de control y comunica señales de control de riego al módulo correspondiente de entre los otros módulos de control para implementar una programación de riego ajustada. El primer módulo de control, al ser configurado para implementar la programación de riego, puede configurarse para implementar programación de riego local almacenada en el primer módulo de control. El hecho de comunicar de manera inalámbrica la información de control puede comprender comunicar de manera inalámbrica la información de control de tal manera que cada uno del o de los otros módulos de control ajusta la programación de riego que está implementada localmente independientemente en cada uno del o de los otros módulos de control de acuerdo con la información de control.

Algunas realizaciones proporcionan métodos para implementar riego, que comprenden: transmitir de manera inalámbrica, desde un transmisor de campo de mano, programación de riego a una radioestación de retransmisión inalámbrica, en donde el transmisor de campo está configurado para comunicarse directamente con un módulo de control y para comunicarse de manera inalámbrica con un adaptador de radio que coopera con el módulo de control que comprende un accionador de válvula acoplado directamente a una válvula de riego; y retransmitir de manera inalámbrica la programación de riego desde la radioestación de retransmisión inalámbrica hasta el adaptador de radio en donde el módulo de control está configurado para activar la válvula de riego de acuerdo con la programación de riego. En algunos casos, los métodos pueden comprender adicionalmente transmitir, desde el adaptador de radio, la programación de riego al módulo de control de tal manera que el módulo de control está configurado para implementar la programación de riego. De manera similar, algunos métodos comprenden adicionalmente: generar, en el adaptador de radio, una instrucción de riego basada en la programación de riego; y comunicar la instrucción de riego desde el adaptador de radio hasta el módulo de control de tal manera que el módulo de control activa la válvula de riego en respuesta a la instrucción de riego.

Realizaciones adicionales proporcionan métodos para controlar el riego que comprenden: comunicar de manera inalámbrica, desde un módulo de radio, una instrucción de encontrar una radioestación de retransmisión (RR) dirigida a RRs potenciales; identificar, en el módulo de radio, cada RR que responde a la instrucción de encontrar RR; comunicar de manera inalámbrica, desde el módulo de radio, una instrucción de encontrar un adaptador de radio a adaptadores de radio potenciales situados en el seno de la zona de cobertura inalámbrica del módulo de radio; identificar, en el módulo de radio, cada adaptador de radio que responde a la instrucción de encontrar un adaptador de radio; transmitir de manera inalámbrica, desde un módulo de radio, una instrucción para una o varias de las RRs identificadas para encontrar adaptadores de radio potenciales que están situados en el seno de la zona de cobertura de cada RR; y recibir, en el módulo de radio, una o varias respuestas provenientes de cada una de la o

las RRs identificadas en donde la o las respuestas identifican a aquellos adaptadores de radio que están situados en el seno de la zona de cobertura de la o las RRs identificadas. Algunos métodos comprenden adicionalmente: transmitir de manera inalámbrica, desde el módulo de radio, una instrucción a cada una de la o las RRs identificadas instruyendo a cada una de la o las RRs identificadas para encontrar RRs adicionales potenciales que pueden estar situadas en el seno de la zona de cobertura de comunicación inalámbrica de cada una de la o las RRs identificadas; y recibir de manera inalámbrica, en el módulo de radio, una o varias respuestas provenientes de al menos una de la o las RRs identificadas que identifican una o más RRs adicionales circundantes situadas en el seno de la zona de cobertura; en donde transmitir de manera inalámbrica, desde el módulo de radio, la instrucción a cada una de la o las RRs identificadas para encontrar los adaptadores de radio potenciales que están situados en el seno de la zona de cobertura de cada una de la o las RRs identificadas comprende adicionalmente hacer que la instrucción que se transmite de manera inalámbrica a la o las RRs adicionales circundantes encuentre los adaptadores de radio potenciales que están situados en el seno de la zona de cobertura de la o las RRs adicionales circundantes.

En algunas implementaciones, el método comprende adicionalmente seleccionar, en el módulo de radio, uno o varios de los adaptadores de radio que responden para ser admitidos directamente por el módulo de radio. Más aún, algunas realizaciones comprenden adicionalmente resolver, en el módulo de radio, conflictos de adaptador de radio entre dos o más de las RRs identificadas cuando uno de los adaptadores de radio está situado en el seno de la zona de cobertura de cada una de las dos o más RRs identificadas; y transmitir de manera inalámbrica, desde el módulo de radio, asignaciones de adaptador de radio en respuesta a la resolución de los conflictos de adaptador de radio a las dos o más de las RRs identificadas. Adicionalmente, algunas realizaciones incluyen adicionalmente comunicar, desde el módulo de radio, los resultados de una configuración de red de módulo de radio a un controlador de riego central.

Algunas realizaciones más proporcionan métodos para controlar el riego, que comprenden: comunicar de manera inalámbrica, desde una radioestación de retransmisión (RR), una instrucción de encontrar RR solicitando una respuesta de otras RRs situadas en el seno de la zona de cobertura inalámbrica de la instrucción de encontrar RR comunicada de manera inalámbrica; almacenar, en la RR, una identificación de cada una de las otras RRs que han respondido a la instrucción de encontrar RR; comunicar de manera inalámbrica, desde la RR, una petición de encontrar adaptador de radio; y almacenar, en la RR, información de identificación de adaptador de radio para cada adaptador de radio que responde a la petición de encontrar adaptador de radio. En algunos casos, el método comprende adicionalmente recibir de manera inalámbrica, en la RR, una instrucción de encontrar RRs potenciales que puedan estar situadas dentro de la zona de cobertura inalámbrica de la RR, de tal manera que la instrucción de encontrar RR comunicada de manera inalámbrica se comunica en respuesta a una instrucción de encontrar RRs potenciales que puedan estar en el seno de la zona de cobertura de comunicación inalámbrica de la RR. De manera adicional o de manera alternativa, algunas realizaciones incluyen adicionalmente recibir, en la RR, una petición proveniente de un módulo de radio para encontrar adaptadores de radio potenciales que estén situados en el seno de la zona de cobertura inalámbrica de la RR, de tal manera que la petición de encontrar adaptador de radio transmitida de manera inalámbrica se transmite en respuesta a la petición proveniente del módulo de radio de encontrar los adaptadores de radio potenciales que están situados en el seno de la zona de cobertura inalámbrica de la RR.

En algunos casos, los métodos pueden comprender adicionalmente transmitir de manera inalámbrica, desde la RR, una lista de adaptadores de radio a un módulo de radio con la información de identificación de adaptador de radio para cada adaptador de radio que ha respondido a la petición de encontrar adaptador de radio. Algunas realizaciones comprenden adicionalmente: recibir, en la RR proveniente del módulo de radio, información de resolución de conflicto de adaptador de radio; y excluir uno o varios adaptadores de radio de una red RR asociada a la RR sobre la base de la información de resolución de conflicto de adaptador de radio.

Adicionalmente, algunas realizaciones comprenden además: recibir, en la RR, respuestas a la petición de encontrar adaptador de radio de una pluralidad de adaptadores de radio; identificar, basándose en las respuestas recibidas de cada adaptador dentro de la pluralidad de adaptadores de radio, una intensidad de señal correspondiente a cada una de las respuestas; y excluir uno o varios adaptadores de la pluralidad de adaptadores de radio de una red RR asociada a la RR basándose en la intensidad de las señales. Algunas implementaciones incluyen adicionalmente determinar que un primer camino de comunicación entre la RR y un primer adaptador de radio de la pluralidad de adaptadores de radio es más largo que un segundo camino de comunicación entre otras RR y el primer adaptador de radio; y excluir los primeros adaptadores de radio de la red RR en respuesta a determinar que el primer camino de comunicación es más largo que el segundo camino de comunicación. Más aún, algunas realizaciones comprenden identificar que un primer camino de comunicación entre la RR y un primer adaptador de radio es más largo que un segundo camino de comunicación entre otras RR y el primer adaptador de radio; y excluir los primeros adaptadores de radio de una red RR asociada a la RR en respuesta a determinar que el primer camino de comunicación es más largo que el segundo camino de comunicación.

Algunas realizaciones proporcionan métodos para implementar riego, que comprenden: transmitir de manera inalámbrica, desde un transmisor de campo de mano, programación de riego a un módulo de radio, en donde el transmisor de campo de mano está configurado para comunicarse directamente con un módulo de control y para comunicarse de manera inalámbrica con un adaptador de radio que coopera con el módulo de control, en donde el

módulo de control comprende un accionador de válvula directamente acoplado con una válvula de riego; y transmitir de manera inalámbrica la programación de riego desde el módulo de radio al adaptador de radio de tal manera que el módulo de control está configurado para activar la válvula de riego de acuerdo con la programación de riego. Adicionalmente en algunas implementaciones, el método puede comprender además transmitir, desde el adaptador de radio, la programación de riego al módulo de control de tal manera que el módulo de control está configurado para implementar la programación de riego.

Otras realizaciones adicionales más proporcionan métodos para controlar riego, que comprenden: emitir de manera inalámbrica, desde un módulo de radio, una instrucción de encontrar RR dirigida a RRs potenciales; identificar, en el módulo de radio, cada RR que responde a la instrucción de encontrar RR; emitir de manera inalámbrica, desde el módulo de radio, una instrucción de encontrar adaptador de radio a adaptadores de radio potenciales situados en el seno de la zona de cobertura inalámbrica del módulo de radio; identificar, en el módulo de radio, cada adaptador de radio que responde a la instrucción de encontrar adaptador de radio; transmitir de manera inalámbrica, desde el módulo de radio, una instrucción a la o las RRs identificadas para cada una de la o las RRs identificadas para encontrar adaptadores de radio potenciales que estén situados en el seno de la zona de cobertura de cada RR identificada; y recibir, en el módulo de radio, una o varias respuestas provenientes de cada una de la o las RRs identificadas, en donde la o las respuestas identifican aquellos adaptadores de radio que están situados en el seno de la zona de cobertura de la o las RRs identificadas.

Adicionalmente, algunas realizaciones proporcionan métodos para controlar riego, que comprenden: transmitir de manera inalámbrica, desde una radioestación de retransmisión (RR), una instrucción de encontrar RR solicitando una respuesta de las otras RRs situadas en el seno de la zona de cobertura inalámbrica de la instrucción de encontrar RR transmitida de manera inalámbrica; almacenar, en la RR, una identificación de cada una de las otras RRs que han respondido a la instrucción de encontrar RR; transmitir de manera inalámbrica, desde la RR, una petición de encontrar un adaptador de radio; y almacenar, en la RR, información de identificador de adaptador de radio para cada uno de los adaptadores de radio que han respondido a la petición de encontrar adaptador de radio.

Otras realizaciones proporcionan sistemas de riego, que comprenden: un módulo de control que comprende: una interfaz de comunicación; un procesador de módulo de control acoplado con la memoria legible por procesador del módulo de control; y uno o varios accionadores de válvula acoplados con el procesador de módulo de control, en donde el o los accionadores de válvula están cada uno de ellos configurados para controlar una válvula de riego en respuesta a instrucciones provenientes del procesador de módulo de control; y un adaptador de radio que comprende: una interfaz de comunicación que está configurada para comunicarse con la interfaz de comunicación del módulo de control para permitir la comunicación entre el adaptador de radio y el módulo de control; un transceptor de radiofrecuencia inalámbrico configurado para proporcionar comunicación inalámbrica con uno o varios otros dispositivos; y un procesador de adaptador de radio acoplado con el código de almacenamiento de memoria.

De acuerdo con la invención, el procesador de adaptador de radio está configurado, cuando implementa el código, para: determinar si el módulo de control acoplado de manera que puede comunicarse con el adaptador de radio es una versión anterior del módulo de control con un conjunto de funciones reducido en relación al conjunto de funciones de una versión posterior del módulo de control; almacenar programación de riego cuando el módulo de control es una versión anterior; e implementar la programación de riego cuando el módulo de control es una versión anterior, en donde la implementación de la programación de riego comprende instruir al módulo de control para activar al menos uno del o de los accionadores de válvula. En algunas implementaciones, el transceptor de radiofrecuencia inalámbrico está configurado para recibir de manera inalámbrica la programación de riego, y/o el procesador de adaptador de radio está configurado adicionalmente, cuando implementa el código, para: determinar que el módulo de control es una versión posterior; y transferir la programación de riego al módulo de control para que sea implementada por el módulo de control cuando el módulo de control es una versión posterior. En algunas realizaciones, el procesador de adaptador de radio, cuando implementa el código, está configurado para funcionar de tal manera que la combinación del adaptador de radio y la versión anterior del módulo de control proporciona capacidades de control de riego esencialmente iguales a las capacidades de control de riego proporcionadas por la versión posterior del módulo de control.

Otras realizaciones más proporcionan sistemas de riego y/o métodos de riego, que comprenden: recibir de manera inalámbrica programación de riego; detectar un enlace de comunicación con un módulo de control, en donde el módulo de control comprende uno o varios accionadores de válvula configurados cada uno de ellos para controlar una válvula de riego; determinar si el módulo de control es un módulo de control de versiones anteriores; transferir, cuando el módulo de control no es un módulo de control de versiones anteriores, la programación de riego al módulo de control para que sea implementada por el módulo de control; almacenar de manera local la programación de riego cuando el módulo de control es un módulo de control de versiones anteriores, e implementar la programación de riego cuando el módulo de control es un módulo de control de versiones anteriores, en donde implementar la programación de irrigación comprende instruir al módulo de control de versiones anteriores a activar al menos uno del o de los accionadores de válvula de acuerdo con la programación de riego.

Aunque la invención descrita en la presente memoria se ha descrito por medio de realizaciones específicas, ejemplos y aplicaciones de las mismas, podrían llevarse a cabo numerosas modificaciones y variaciones de la misma por aquellas personas expertas en la técnica sin separarse del alcance de la invención establecida en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un sistema (100) de riego, en donde el sistema comprende:
un controlador (110) de riego central basado en computador;
un módulo (130) de radio en comunicación con el controlador de riego central;
- 5 un módulo (160) de control que comprende:
un procesador,
una primera interfaz de comunicación, y
uno o varios accionadores de válvula acoplados con el procesador, en donde el módulo de control está situado de manera separada en relación al controlador de riego central y del módulo de radio, en donde el
- 10 módulo de control está configurado para implementar instrucciones de riego de una programación de riego de tal manera que el o los accionadores de válvula están configurados cada uno de ellos para controlar una válvula de riego diferente de acuerdo con la programación de riego; y
un adaptador (165) de radio que coopera físicamente con el módulo de control, en donde el adaptador de radio comprende:
- 15 una segunda interfaz de comunicación que está acoplada de manera que puede comunicarse con la primera interfaz de comunicación del módulo de control proporcionando comunicación directa entre el adaptador de radio y la primera interfaz de comunicación del módulo de control, y
un transceptor de radiofrecuencia inalámbrico configurado para proporcionar comunicación inalámbrica con el módulo de radio, en donde el adaptador de radio está configurado para retransmitir información entre el
- 20 módulo de radio y el módulo de control;
en donde el adaptador de radio está separado y es distinto del módulo de control;
caracterizado por que el adaptador de radio comprende una carcasa que coopera físicamente con una carcasa del módulo de control separado,
en donde el adaptador de radio comprende un procesador de adaptador de radio acoplado con un código de almacenamiento de memoria, en donde el procesador de adaptador de radio está configurado, cuando implementa el código, para determinar si el módulo de control acoplado de manera que puede comunicarse con el adaptador de radio es una versión anterior del módulo de control con un conjunto de funciones reducido en relación al conjunto de funciones de una versión posterior del módulo de control, para almacenar programación de riego cuando el módulo de control es una versión anterior, y para implementar la programación de riego cuando el módulo de control es la versión anterior, en donde implementar la programación de riego comprende instruir al módulo de control para activar al menos uno del o de los accionadores de válvula.
- 25 2.- El sistema de la reivindicación 1, en donde el módulo de control comprende adicionalmente una batería de módulo de control, en donde la batería de módulo de control proporciona la única alimentación de energía eléctrica al módulo de control.
- 35 3.- El sistema de la reivindicación 2, en donde el adaptador de radio comprende adicionalmente una batería de adaptador de radio, en donde la batería de adaptador de radio proporciona la única alimentación de energía eléctrica al adaptador de radio.
- 4.- El sistema de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
una radioestación de retransmisión (135) configurada para comunicarse de manera inalámbrica con el módulo de radio y con el adaptador de radio de tal manera que la radioestación de retransmisión retransmite comunicaciones entre el módulo de radio y el adaptador de radio.
- 40 5.- El sistema de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
un controlador (120) de riego satélite, en donde el módulo de radio está acoplado con el controlador de riego satélite y el controlador de riego satélite está acoplado de manera que puede comunicarse con el controlador de riego central.
- 45 6.- El sistema de la reivindicación 1, en donde el controlador de riego central comprende software central de riego ejecutado por el controlador de riego central para coordinar el riego a lo largo del sistema.
- 7.- El sistema de la reivindicación 1, en donde el módulo de control está configurado para recibir e implementar de

manera local la programación de riego que especifican las instrucciones de riego.

8.- El sistema de la reivindicación 1, en donde el adaptador de radio está configurado para comunicar las instrucciones de riego al módulo de control.

5 9.- El sistema de la reivindicación 1, en donde la primera interfaz de comunicación comprende una primera interfaz (414) de comunicación óptica;

en donde la segunda interfaz de comunicación comprende una segunda interfaz de comunicación óptica, y

en donde el adaptador de radio coopera físicamente con el módulo de control de tal manera que la primera interfaz de comunicación óptica del módulo de control está alineada con la segunda interfaz de comunicación óptica del adaptador de radio.

10 10.- El sistema de la reivindicación 1, en donde el controlador de riego central y el módulo de radio son remotos en relación al adaptador de radio.

11.- El sistema de la reivindicación 1, en donde el adaptador de radio está configurado para posicionarse en el seno de una cámara de válvula con al menos una válvula controlada por el módulo de control de acuerdo con la programación de riego.

15 12.- El sistema de la reivindicación 1, en donde el módulo de radio está configurado adicionalmente para recibir de manera inalámbrica información de sensor obtenida por un módulo de control remoto acoplado directamente con un primer sensor, identificar uno o varios otros módulos de control que están asociados con el primer sensor, en donde el o los otros módulos de control no están acoplados directamente con el primer sensor, y comunicar de manera inalámbrica, desde el módulo de radio, información de control basada en la información de sensor a cada uno del o de los otros módulos de control de tal manera que cada uno del o de los otros módulos de control tiene en cuenta la información de sensor cuando implementa instrucciones de riego de la programación de riego de acuerdo con la información de control.

20 13.- El sistema de la reivindicación 1, en donde el módulo de radio está configurado para provocar la comunicación inalámbrica de una instrucción de encontrar radioestación de retransmisión solicitando una respuesta de cualquier radioestación de retransmisión situada en el seno de la zona de cobertura inalámbrica de la instrucción de encontrar radioestación de retransmisión transmitida de manera inalámbrica y para almacenar una identificación de cada radioestación de retransmisión que responde a la instrucción de encontrar radioestación de retransmisión, y configurado adicionalmente para provocar la comunicación inalámbrica de una instrucción de encontrar adaptador de radio y para almacenar información de identificador de adaptador de radio para cada adaptador de radio que responde a la instrucción de encontrar adaptador de radio.

25 30 14.- El sistema de la reivindicación 11, en donde la cooperación entre el adaptador (165) de radio y el módulo (160) de control proporciona un camino de comunicación óptica, y se establece un sello hermético para evitar que el agua interfiera con el camino de comunicación óptica.

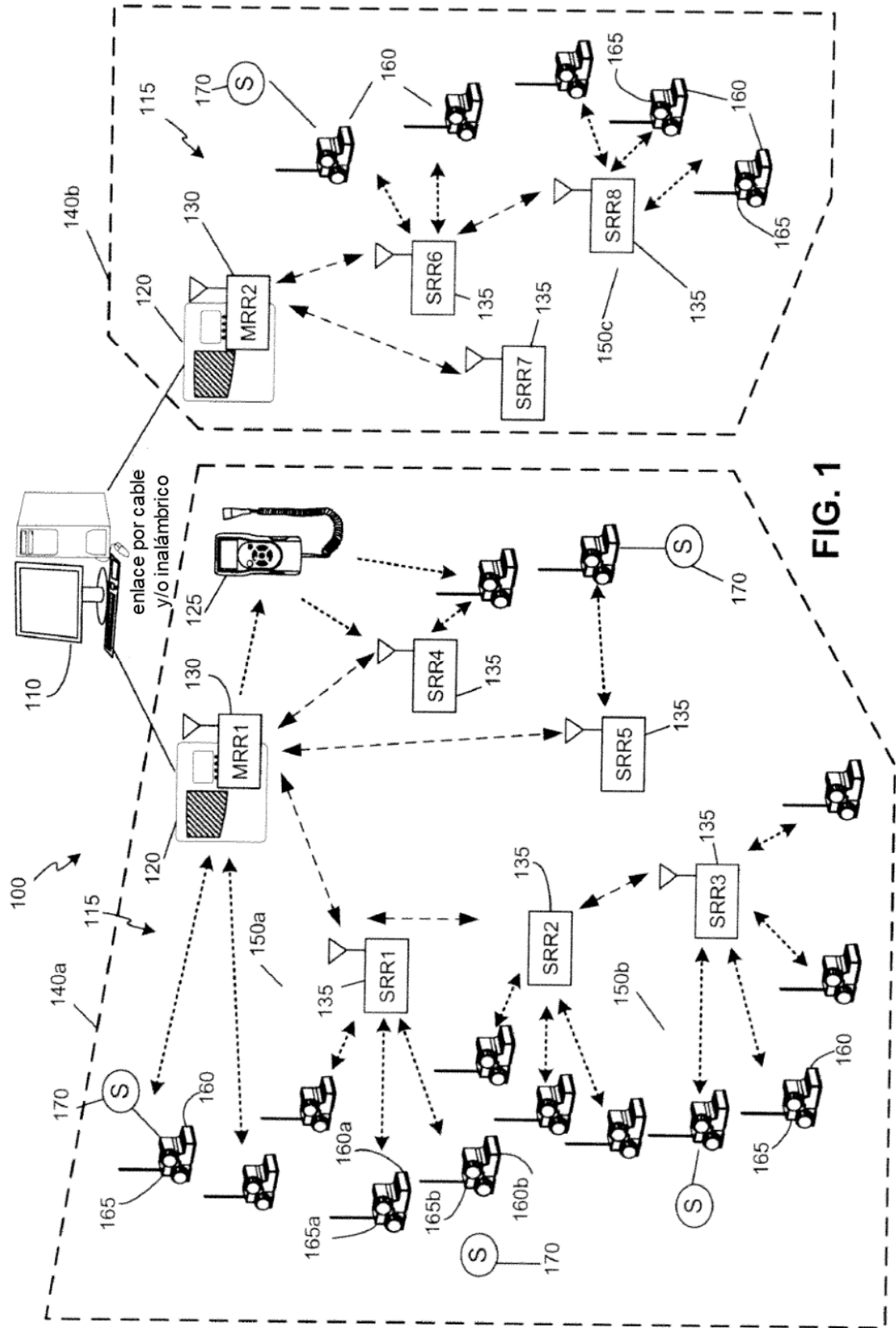


FIG. 1

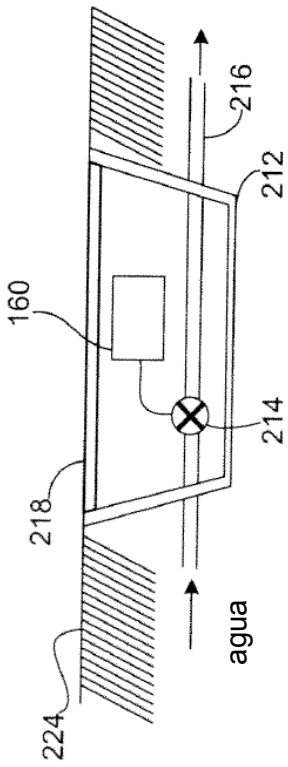


FIG. 2A

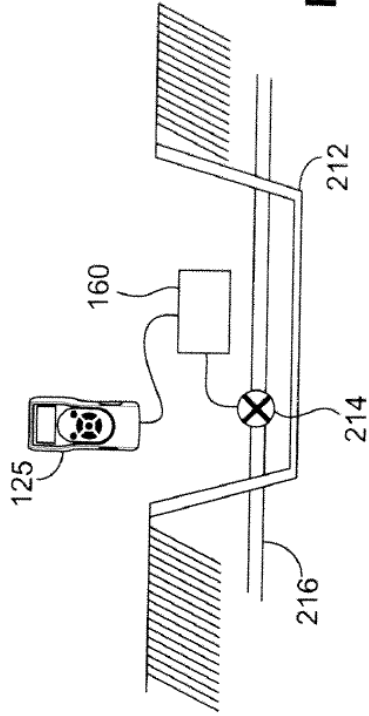


FIG. 2B

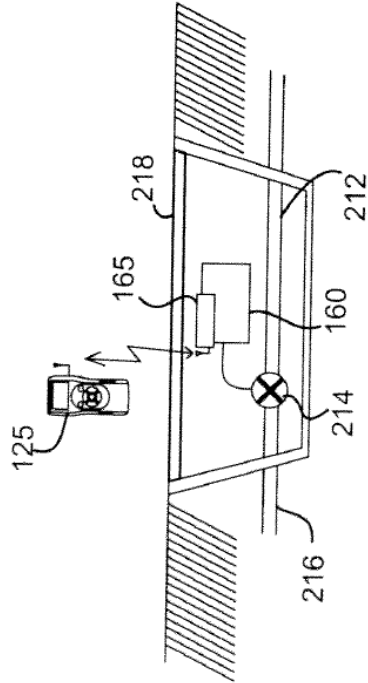


FIG. 2C

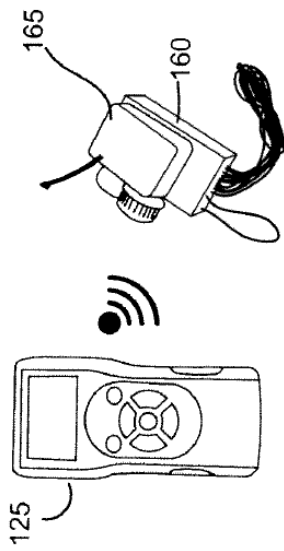


FIG. 3A

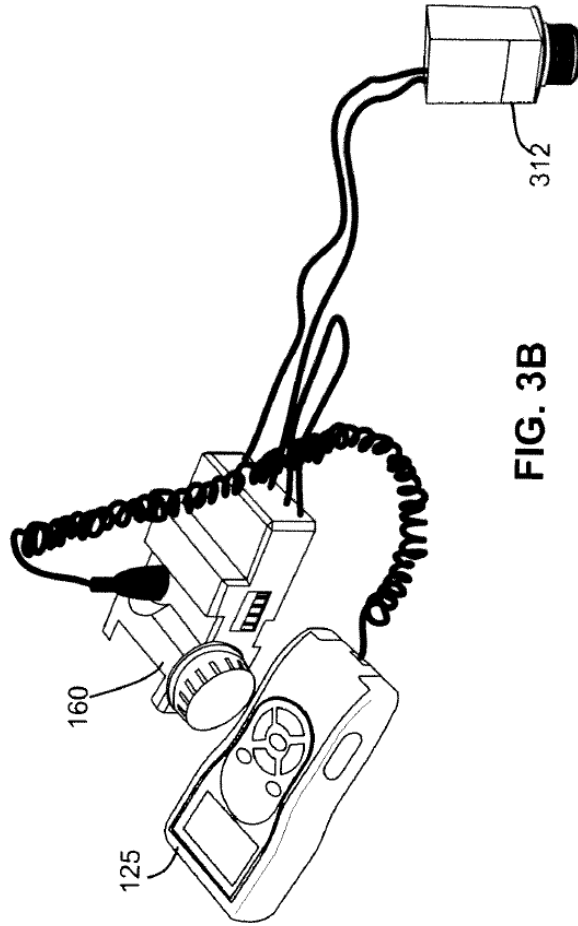


FIG. 3B

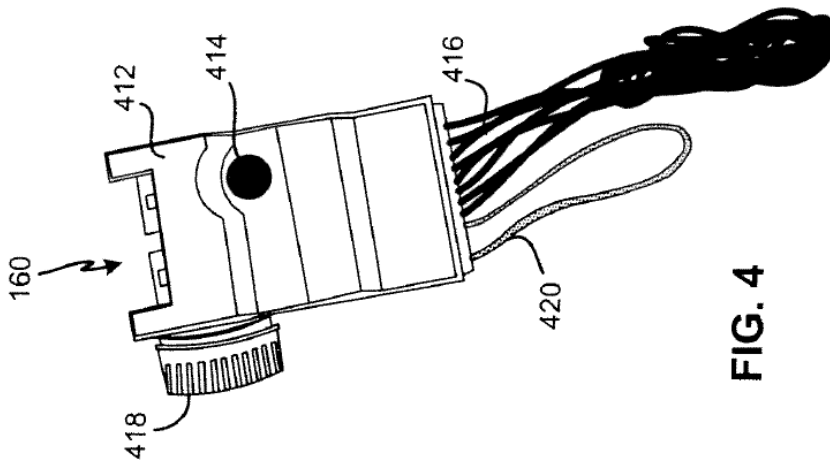


FIG. 4

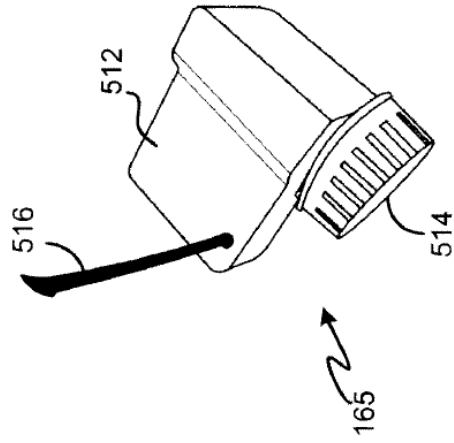


FIG. 5

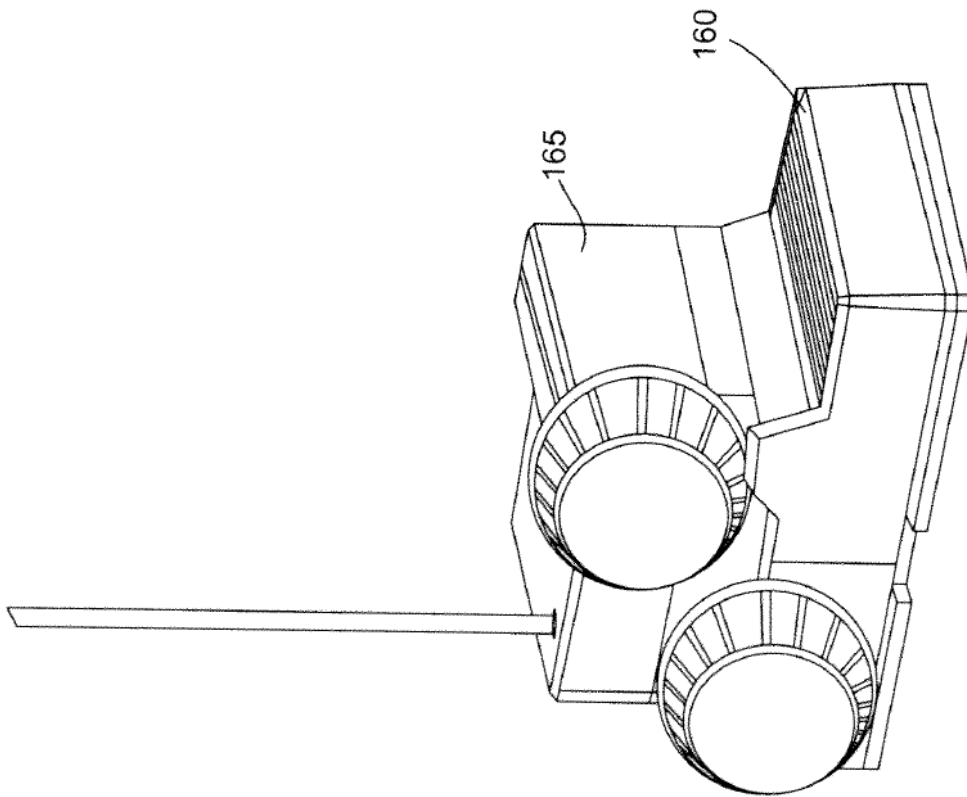


FIG. 6

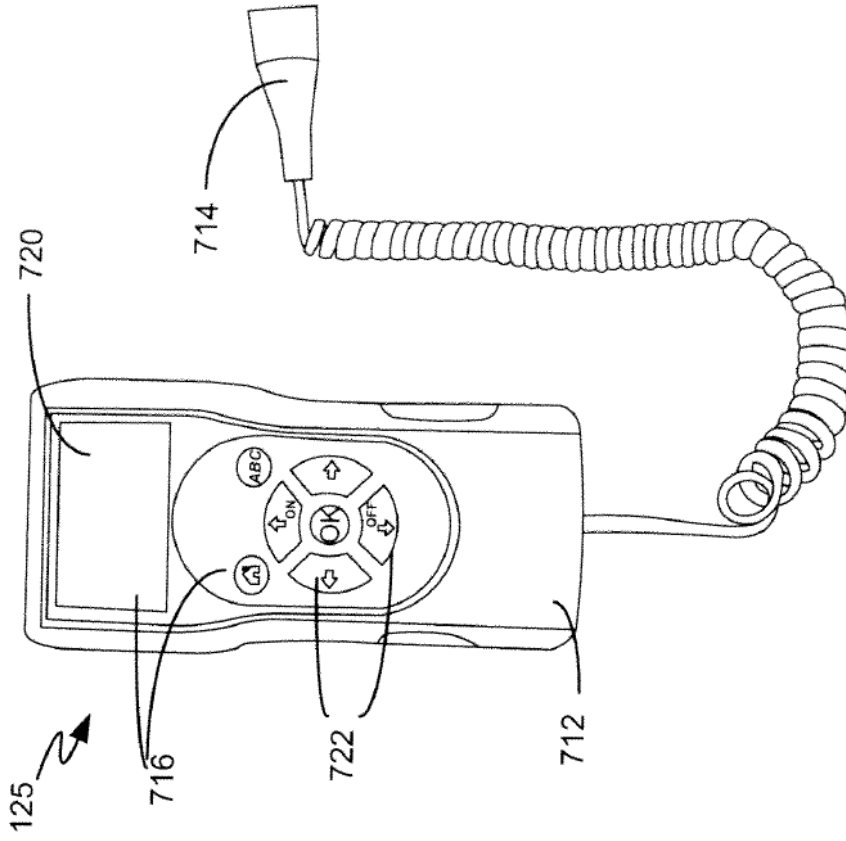


FIG. 7A

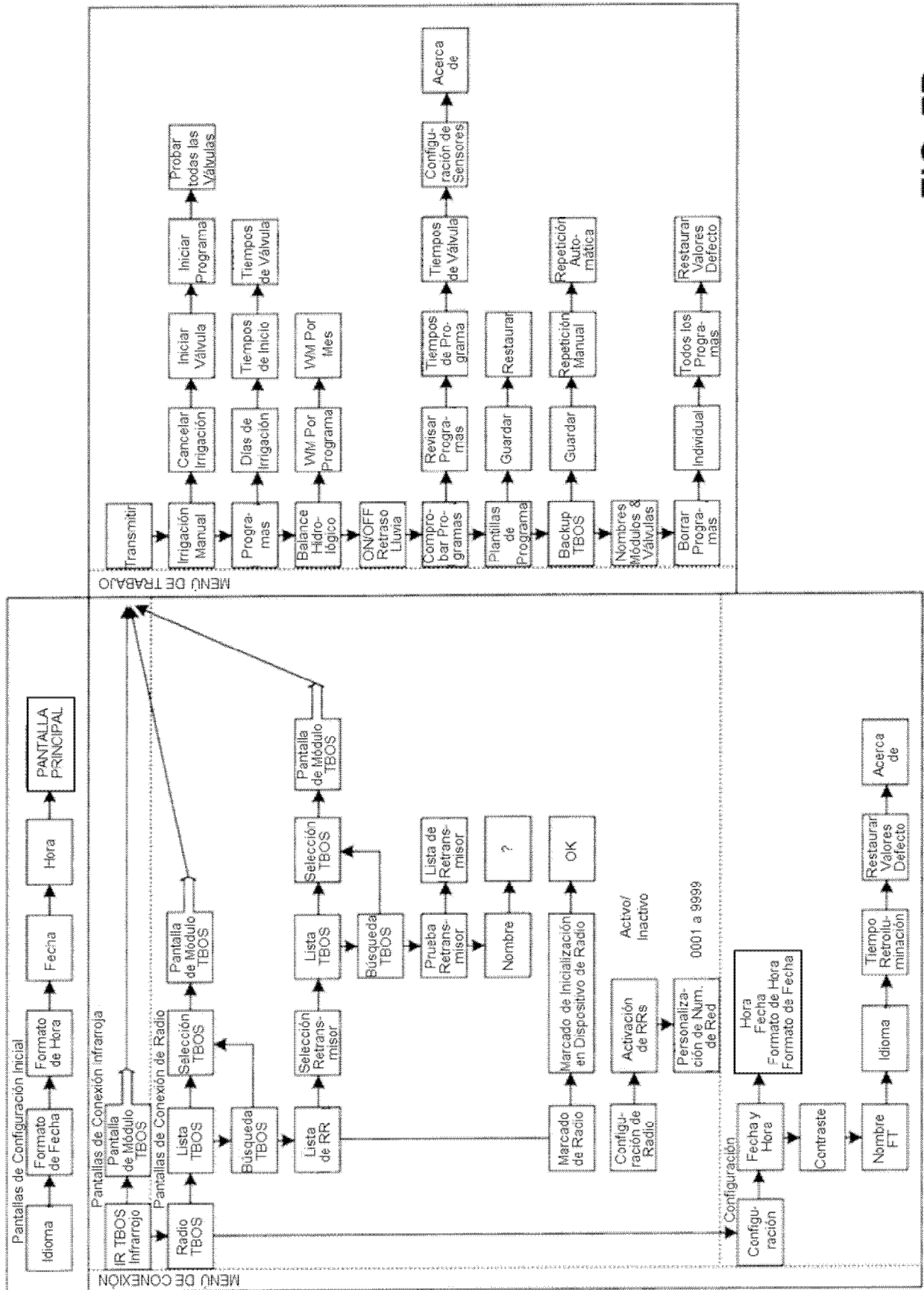


FIG. 7B

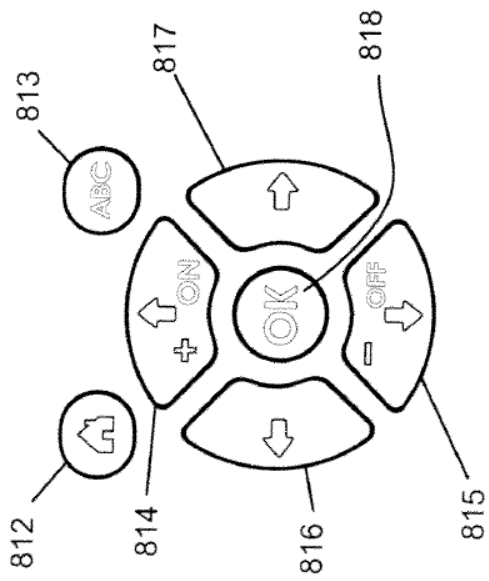


FIG. 8

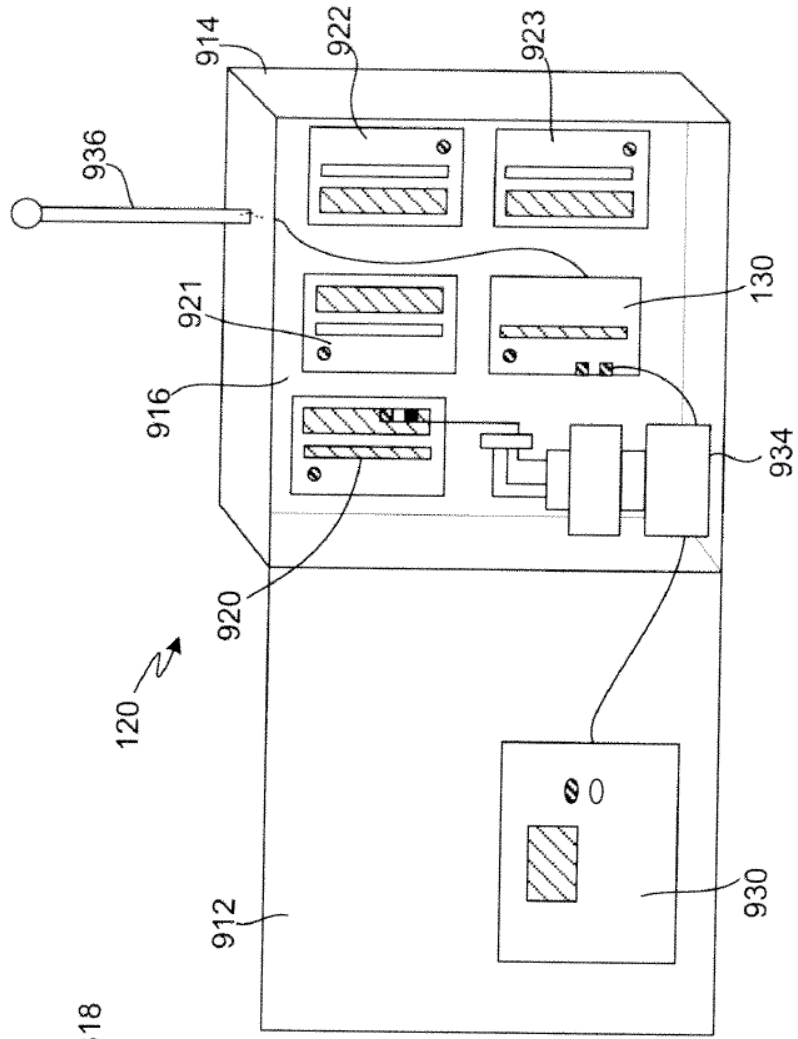


FIG. 9

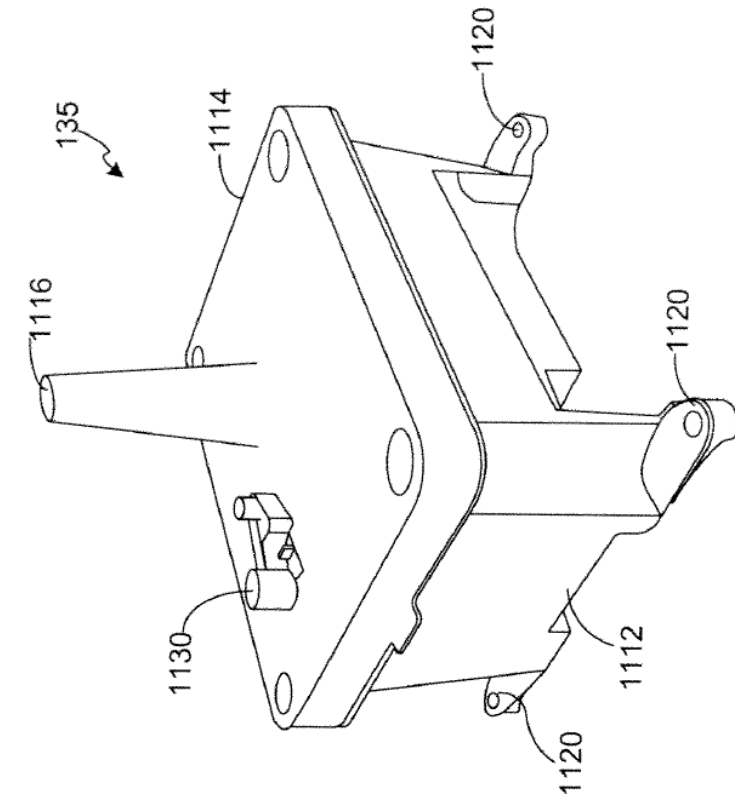


FIG. 11

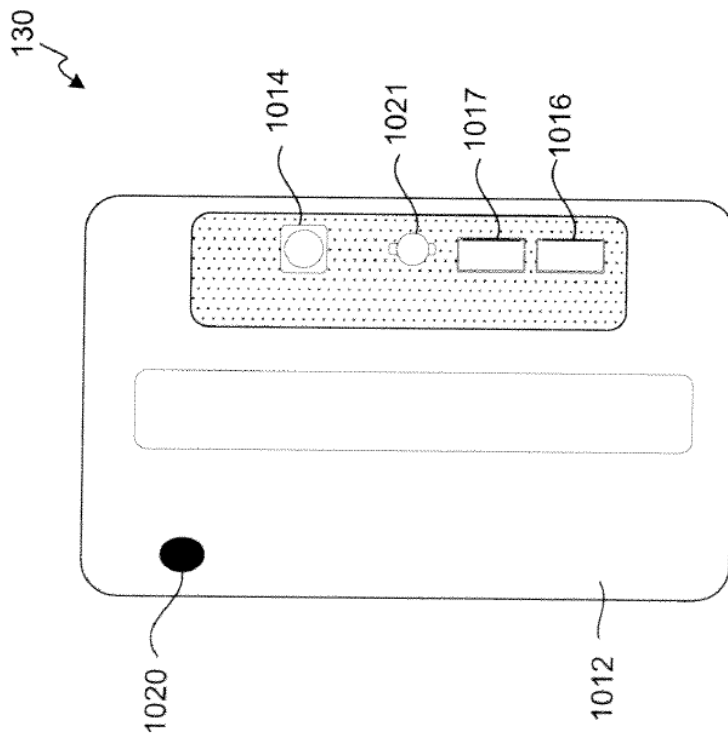


FIG. 10

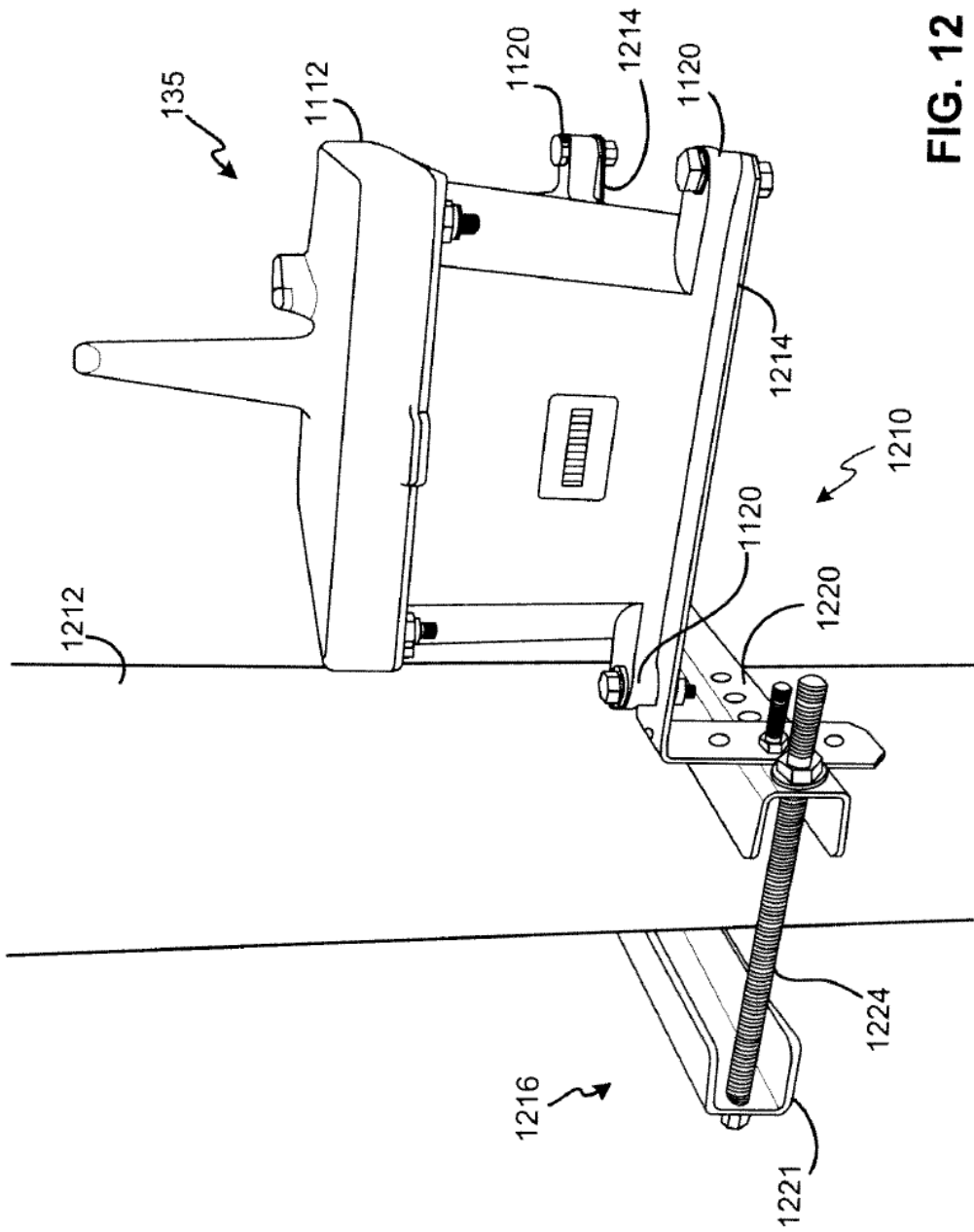


FIG. 12

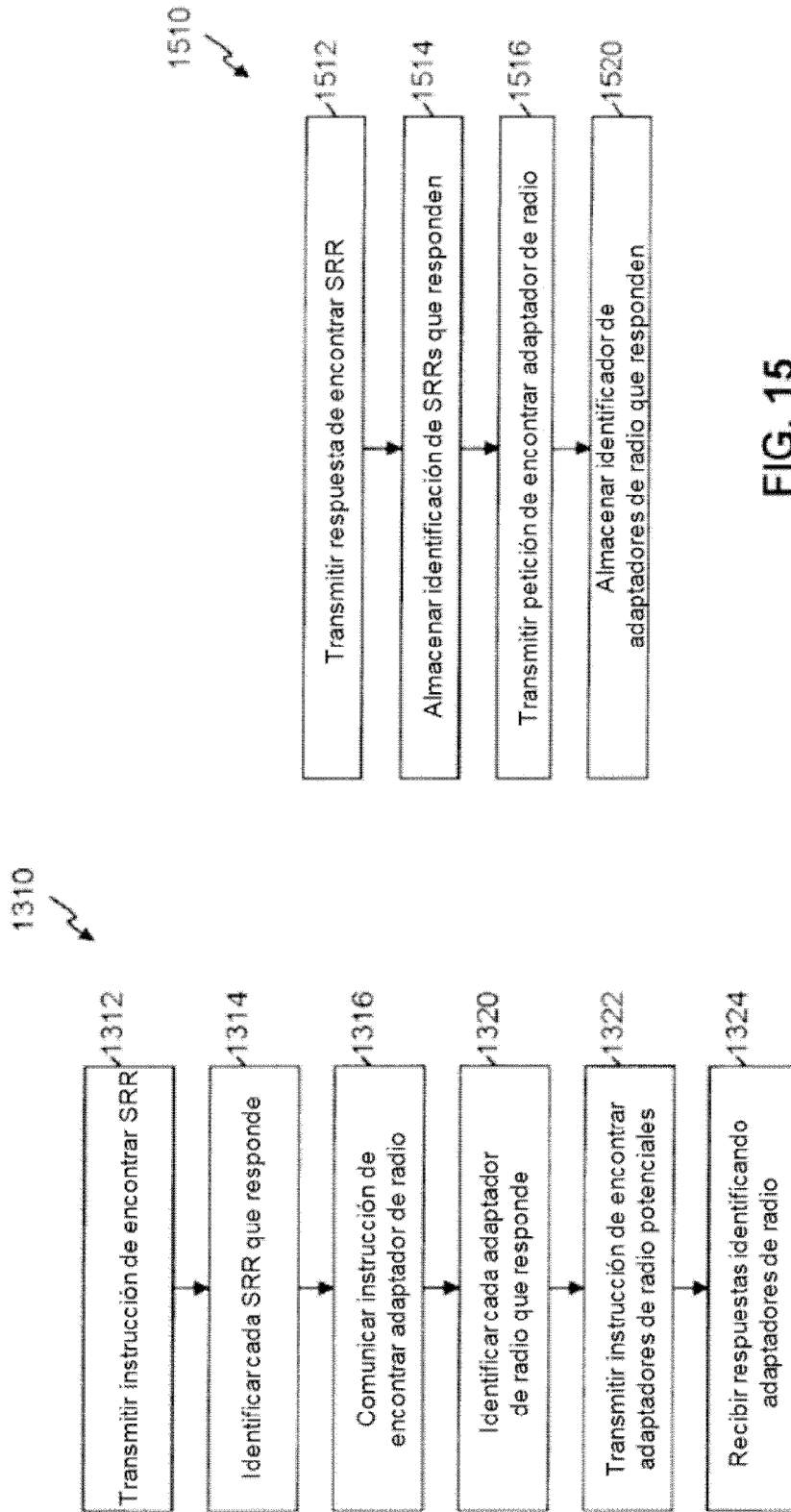


FIG. 13

FIG. 15

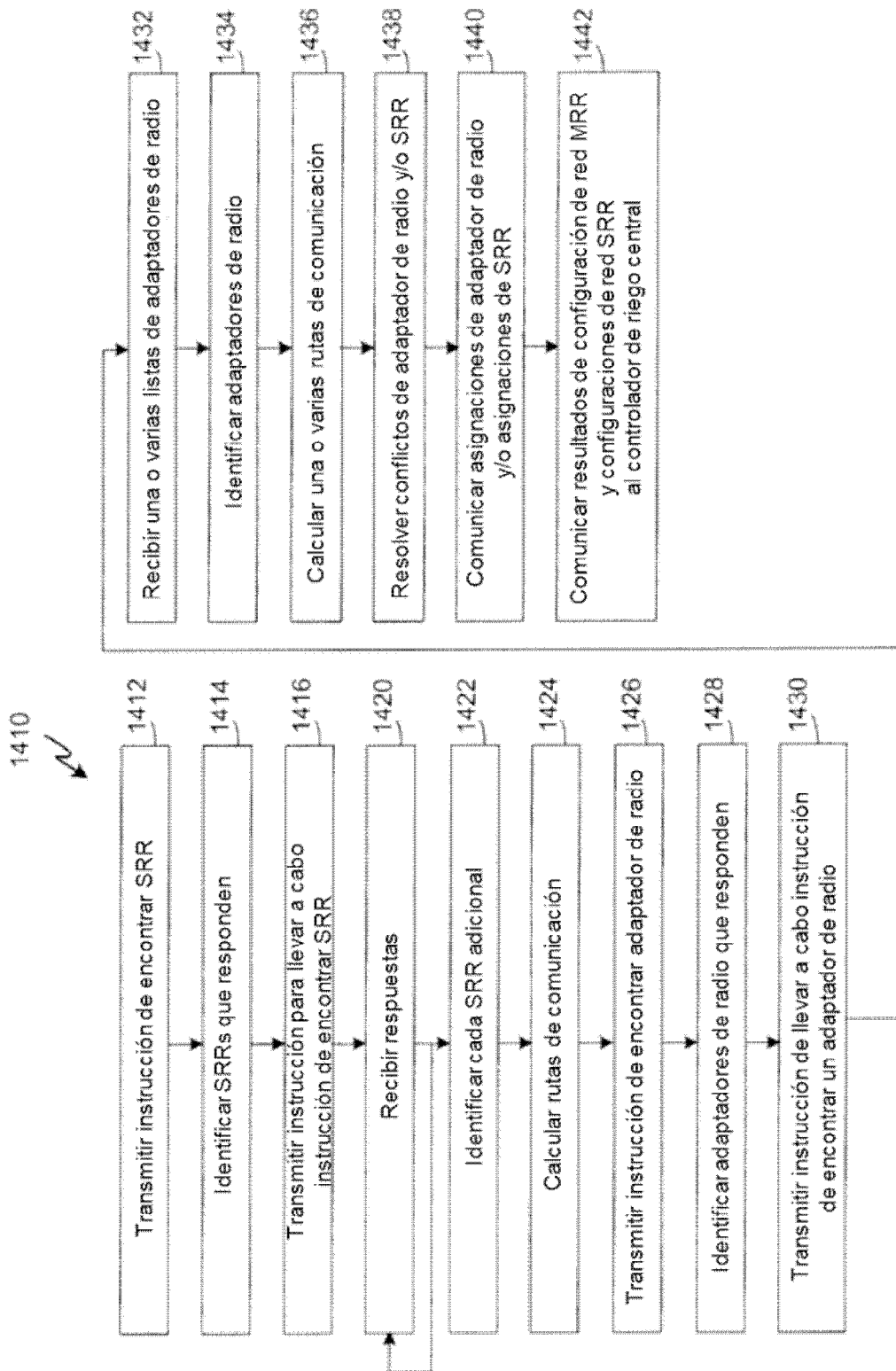


FIG. 14

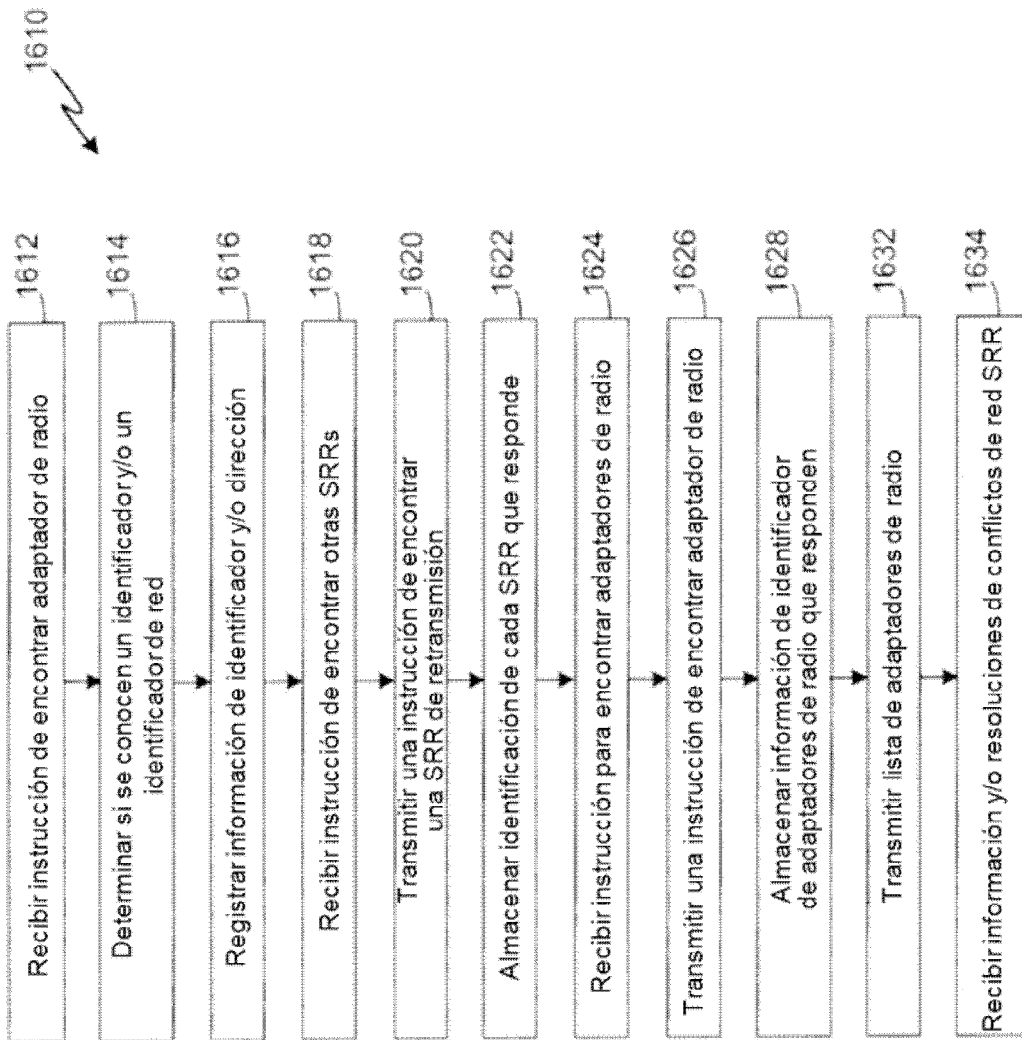


FIG. 16

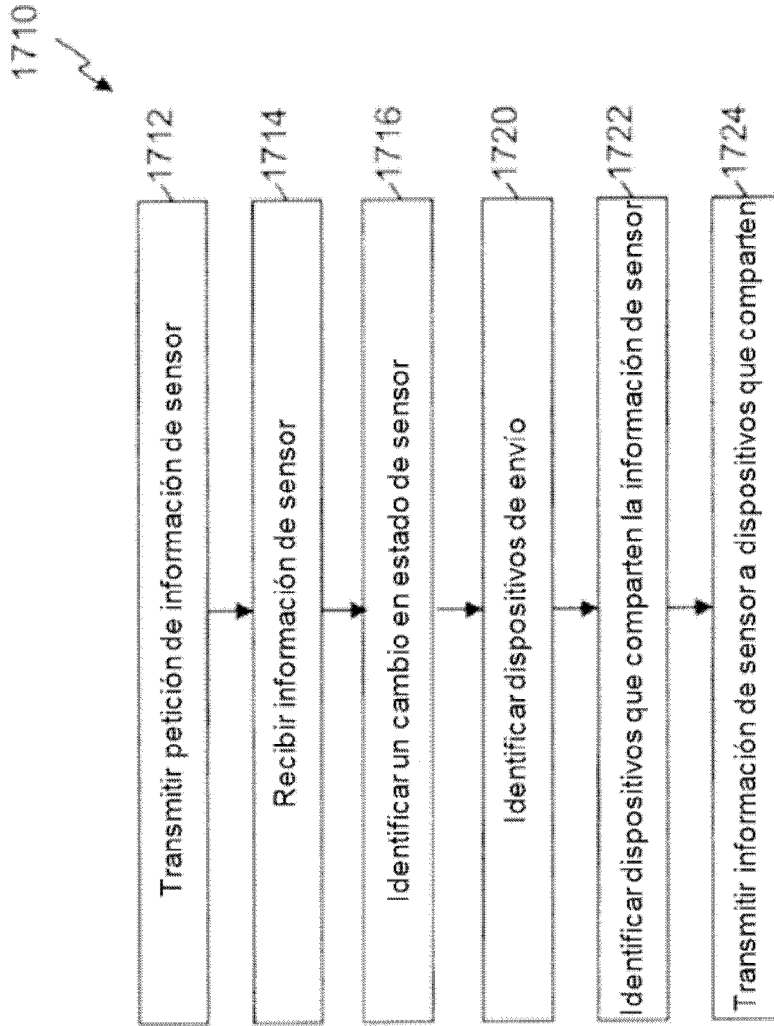


FIG. 17

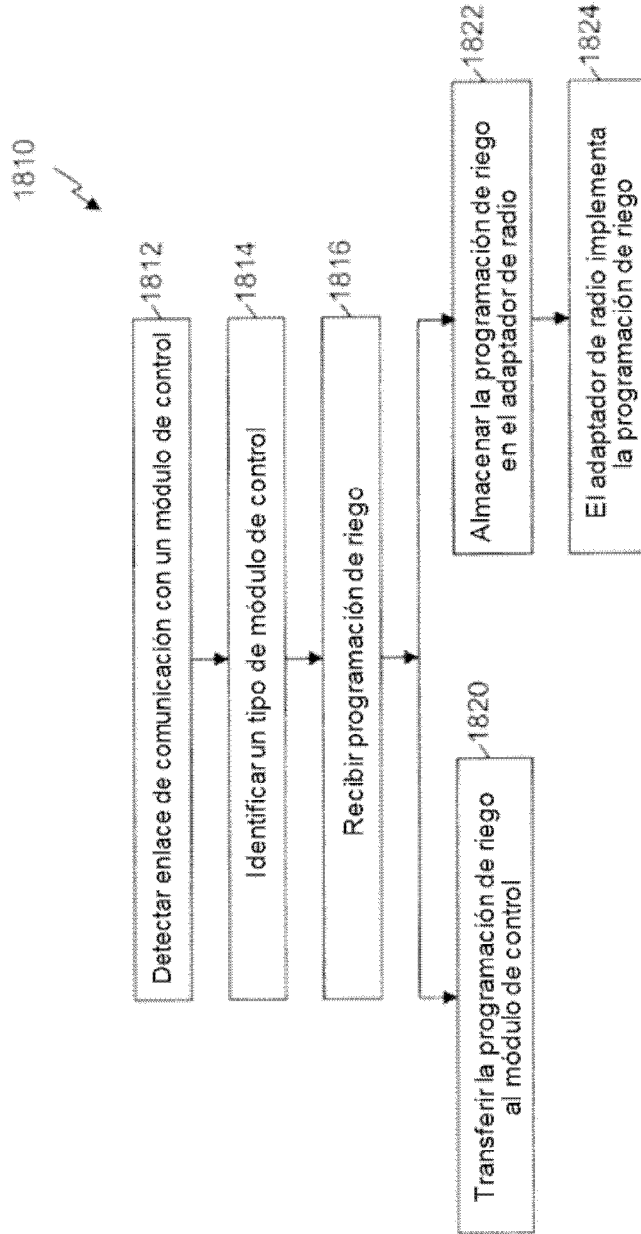


FIG. 18

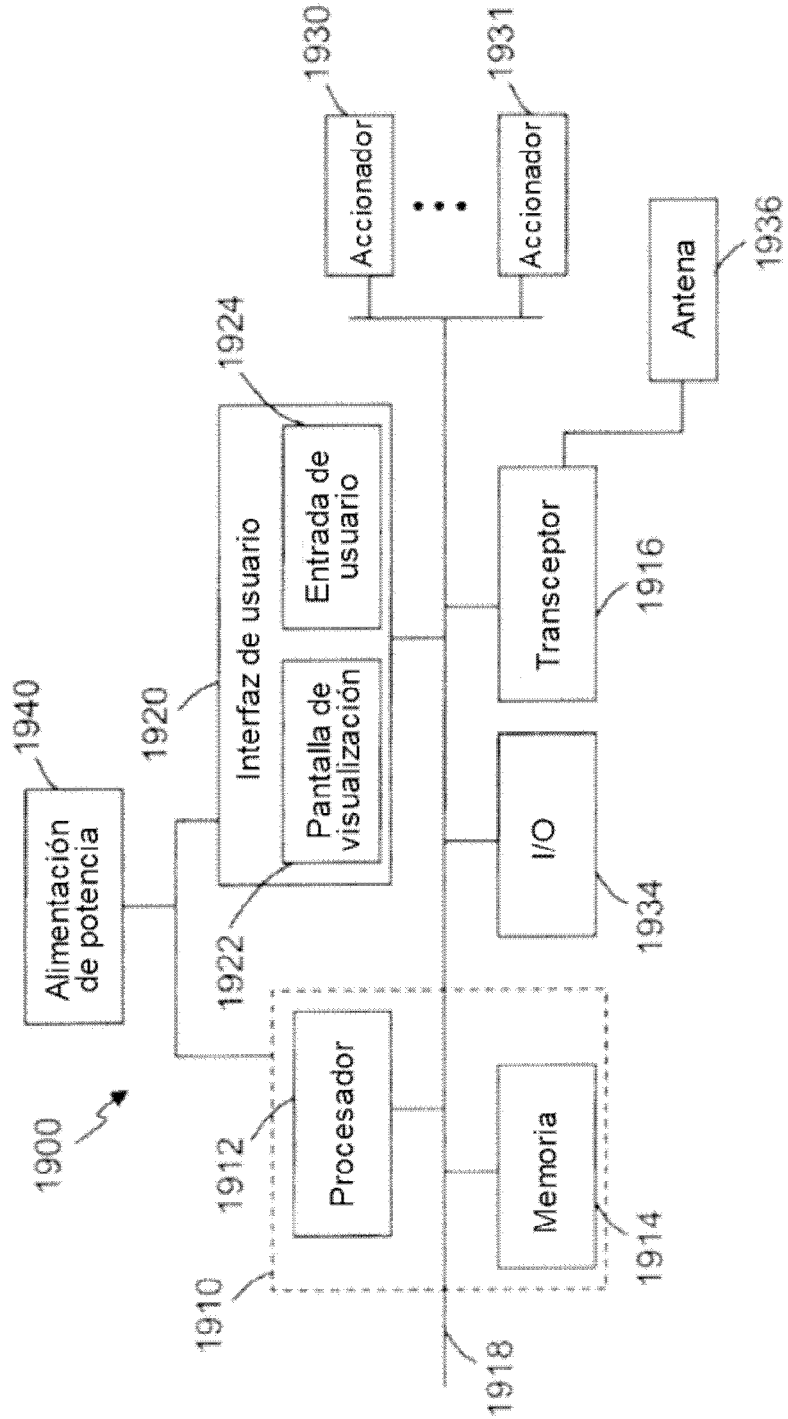


FIG. 19

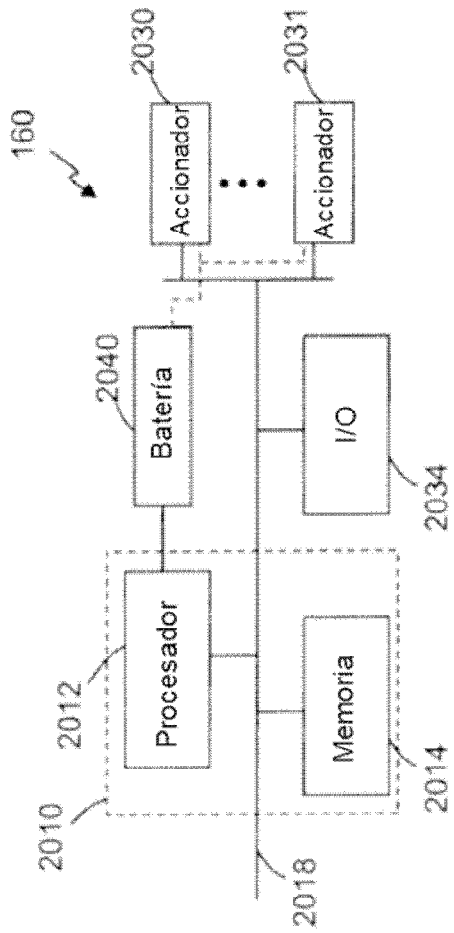


FIG. 20

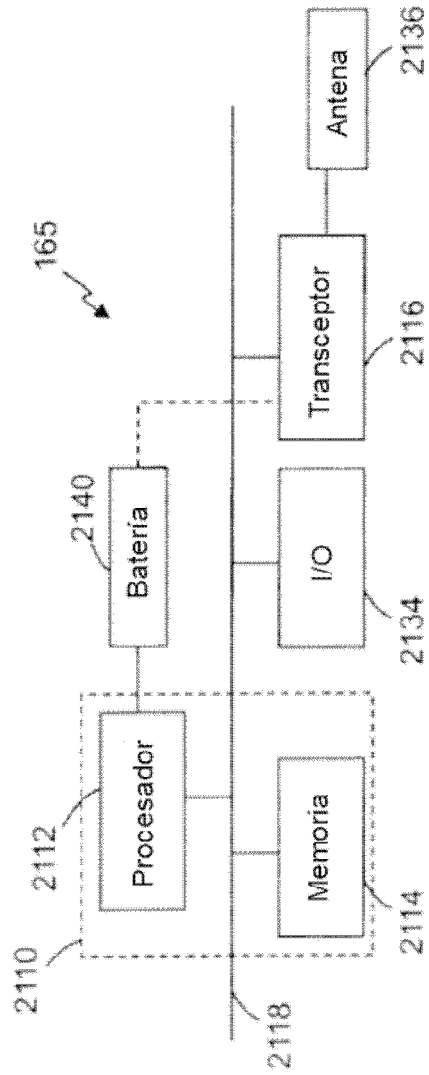
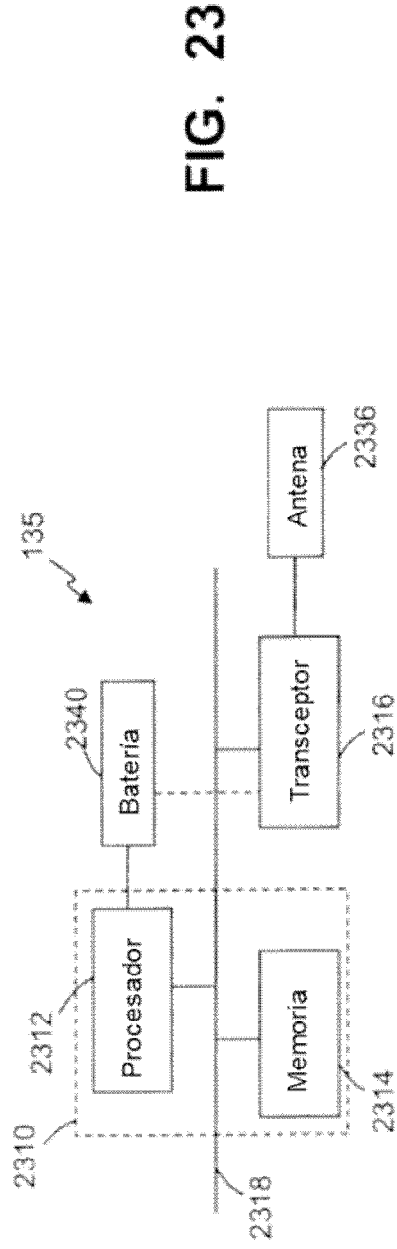
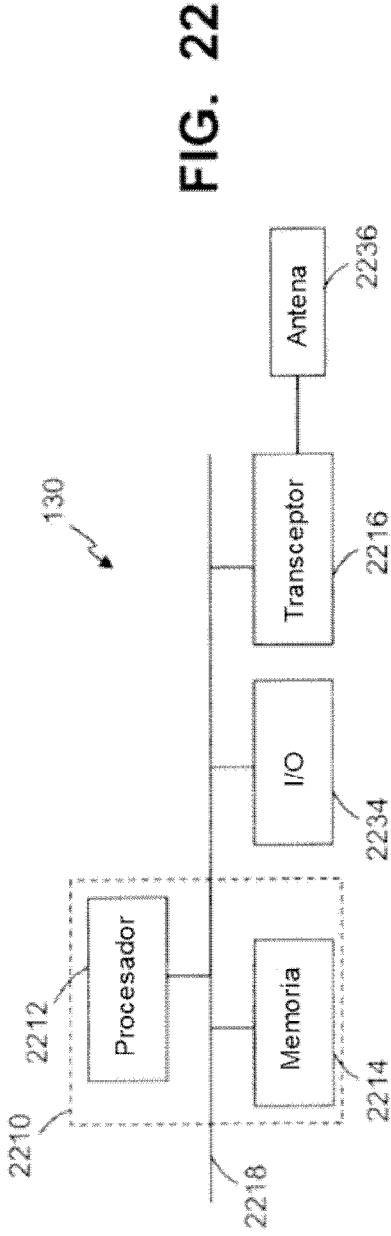


FIG. 21



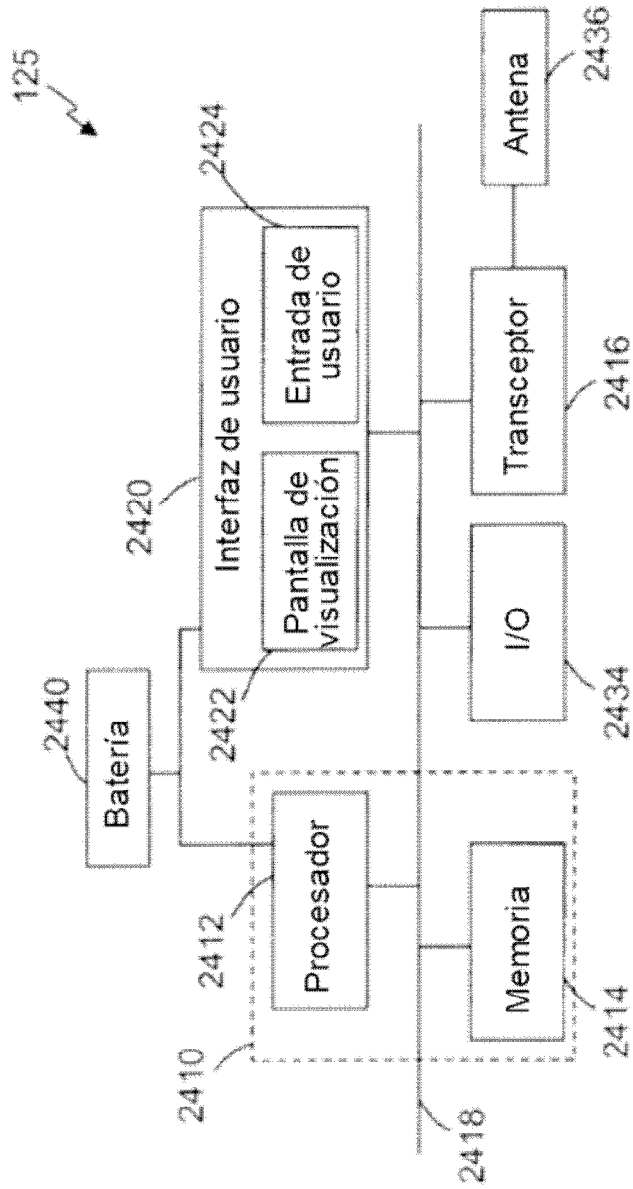


FIG. 24

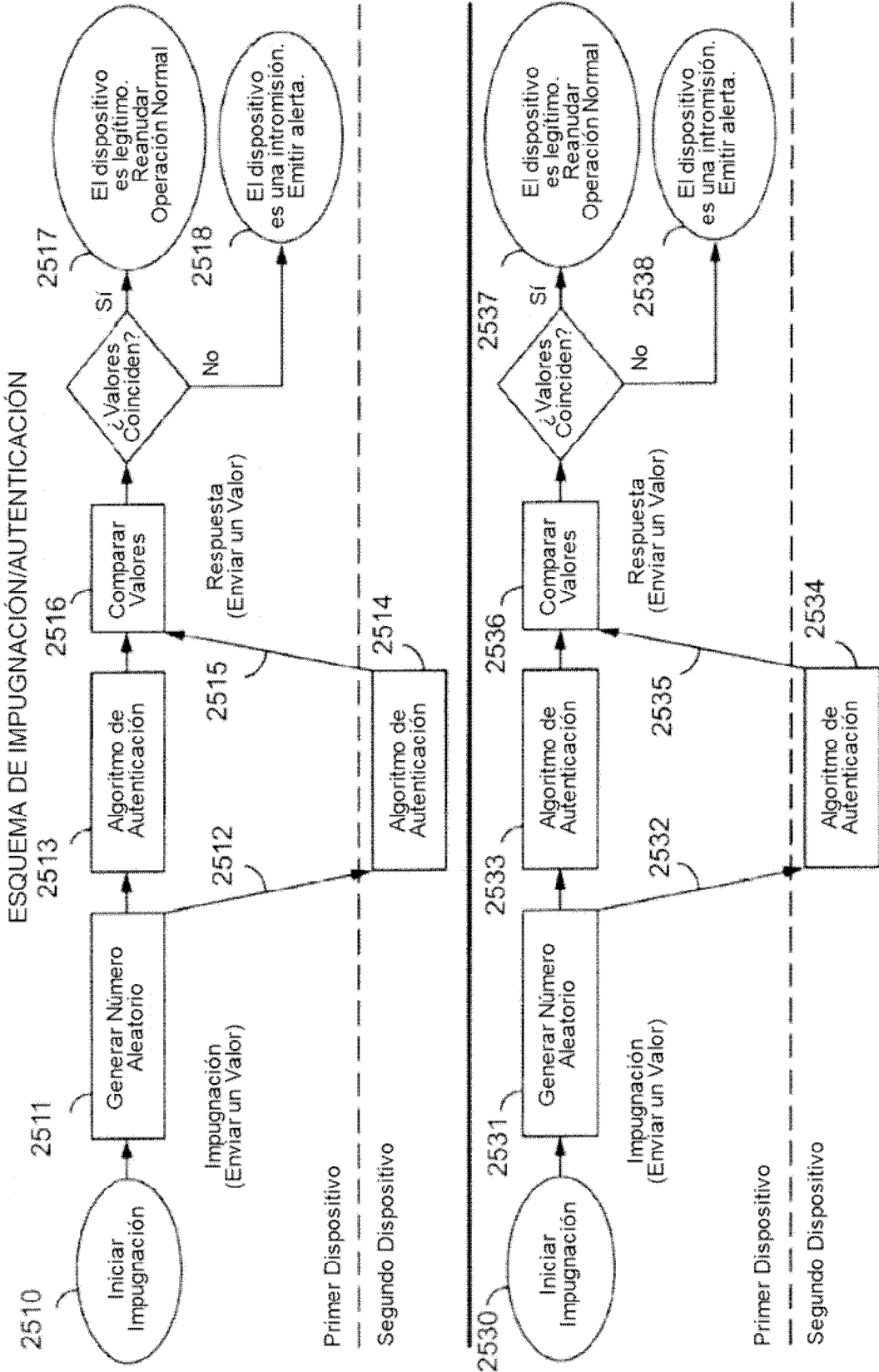


FIG. 25