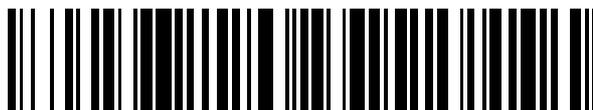


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 510**

51 Int. Cl.:

**A61H 33/00** (2006.01)

**G05B 15/02** (2006.01)

**H04L 29/12** (2006.01)

**H04L 12/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2014 PCT/US2014/027886**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14143779**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014 E 14764537 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 2972902**

54 Título: **Sistema de control de piscina/hidromasaje modular**

30 Prioridad:

**15.03.2013 US 201361787809 P**  
**15.03.2013 US 201361790496 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.05.2020**

73 Titular/es:

**HAYWARD INDUSTRIES, INC. (100.0%)**  
**400 Connell Drive, Suite 6100**  
**Berkeley Heights, NJ 07922, US**

72 Inventor/es:

**POTUCEK, KEVIN;**  
**FOURNIER, GREGORY;**  
**MURDOCK, JAMES;**  
**BLAINE, DAVID;**  
**BRUNETTI, CARL, L.;**  
**SAWYER, DOUGLAS;**  
**HEON, ROBERT;**  
**STEVENS, JOHN;**  
**CARTER, JAMES;**  
**HORROCKS, CRAIG;**  
**WHITE, KENNETH;**  
**DYMOV, MURAT;**  
**NILSSON, MICHAEL;**  
**BELIVEAU, THOMAS-ERIC;**  
**MAINVILLE, PATRICK;**  
**HUANG, QIWEI;**  
**RIVERA, LINNETTE;**  
**XU, DEYIN y**  
**PRUCHNIEWSKI, DAVID**

74 Agente/Representante:

**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

ES 2 762 510 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 piscina/hidromasaje modular

5 **Antecedentes de la invención Campo de la invención**

La presente divulgación se refiere a controladores de sistemas de piscina/hidromasaje y, específicamente, a un sistema de control de piscina/hidromasaje modular que incluye paquetes de relés modulares y es fácilmente extensible para adaptarse a diversos tipos y/o combinaciones de equipos en ubicaciones de piscinas/hidromasajes.

10

**Técnica relacionada**

Para que una piscina o un hidromasaje funcionen diariamente, se requieren diversos dispositivos. Esto incluye frecuentemente bombas, calentadores, filtros, limpiadores, luces, etc. Para proporcionar automatización para estos componentes, es conocido en la técnica controlar dichos dispositivos mediante un controlador basado en microprocesador que proporciona instrucciones de conmutación a diversos relés conectados a dicho dispositivo. Sin embargo, dichos controladores son frecuentemente compatibles solamente con tipos específicos de dispositivos. Como tal, un propietario de una piscina o un hidromasaje puede poseer un controlador particular y entonces comprar posteriormente un calentador, solo para hallar que el calentador no es compatible con el controlador. En dichas circunstancias, el propietario de la piscina o hidromasaje puede estar forzado a comprar un convertidor especial para hacer el dispositivo compatible con el controlador o a comprar un nuevo dispositivo, siendo ambas opciones caras.

15

20

Adicionalmente, los controladores están en general restringidos al número de dispositivos que pueden conectarse a los mismos. Por ejemplo, un controlador solo puede tener un número predefinido de relés/puertos que acepten dispositivos a ser controlados y/o puede estar limitado por el número total de dispositivos conectados al controlador. Como tal, si un usuario desea expandir la operación de su piscina o hidromasaje, por ejemplo, añadiendo luces adicionales, bombas, calentadores, matrices solares, etc., el usuario estará limitado por las capacidades del controlador. Cuando un propietario de una piscina o un hidromasaje ha alcanzado la capacidad de dispositivos máxima del controlador, el propietario puede estar forzado a comprar un controlador adicional, además del controlador existente. Como tal, el usuario podría estar forzado a usar dos controladores separados que no estén en comunicación y necesitan ser programados por separado. Dicha disposición no solo es cara, sino también consumidora de tiempo, considerando que las operaciones de ambos controladores han de ser coincidentes. Adicionalmente, dos controladores separados que no se comunican entre sí da como resultado un sistema de menor eficiencia energética.

25

30

Por el documento US-A1-2011/0040415, se conoce un código de repuesto para controladores de riego.

35

**Sumario de la invención**

La presente invención proporciona un sistema de control de piscina o hidromasaje tal como se enumera en la reivindicación 1 y un banco de relés para un controlador de piscina o hidromasaje como se enumera en la reivindicación 17. Las funcionalidades opcionales se enumeran en reivindicaciones dependientes respectivas.

40

La presente divulgación se refiere a un sistema de control de piscina o hidromasaje que incluye paquetes de relés modulares. En una realización, el sistema de control incluye un panel de control principal que incluye una placa madre y un terminal local. La placa madre incluye un procesador del panel principal, una fuente de alimentación, uno o más buses de comunicaciones internas (por ejemplo, un bus RS-485 de alta velocidad, un bus RS-485 de baja velocidad u otros buses de comunicación adecuados), conectores a buses de comunicaciones externos (por ejemplo, un conector de bus RS-485 de alta velocidad externo y un conector de bus RS-485 de baja velocidad externo o conectores adecuados para un bus de comunicación respectivo que se implemente) que permite que se conecten al mismo componentes inteligentes, al menos un enchufe de banco de relés y una ranura de expansión opcional. El terminal local puede conectarse a la placa madre e incluye un procesador del sistema maestro y una pantalla. El terminal local permite que el sistema de control sea programado. El paquete de relés modular programable puede insertarse en el enchufe del banco de relés del panel principal y conectarse al procesador del panel principal. El sistema identifica automáticamente el paquete de relés y permite a un usuario asignar una o más funciones y/o dispositivos a ser controlados por el paquete de relés, usando el terminal local. El paquete de relés modular programable incluye un procesador del banco de relés y una pluralidad de relés de alta tensión para la conexión con diversos dispositivos de la piscina o hidromasaje. Cuando el paquete de relés modular programable se inserta en al menos un enchufe de banco de relés, entra en una etapa de saludo con el procesador del panel principal de modo que el procesador reconozca al paquete de relés programable modular y pueda controlar la operación del mismo. El panel principal puede incluir también una pluralidad de conectores RS-485, actuadores, relés y conectores de sensores. El panel principal podría incluir un subsistema de control del clorador que permita a un clorador conectarse al panel principal y ser controlado por el procesador del panel principal y/o el procesador del sistema maestro.

45

50

55

60

El controlador puede incluir un panel de expansión conectable a uno de los conectores de buses de comunicaciones externas del panel principal. El panel de expansión puede incluir una placa madre del panel de expansión que incluye un procesador del panel de expansión, un conector de fuente de alimentación, uno o más buses de comunicaciones

65

internas (por ejemplo, un RS-485 de alta velocidad y bus RS-485 de baja velocidad), al menos un enchufe de banco de relés y una ranura de expansión opcional. Cuando el panel de expansión se conecta al panel principal, entra en un periodo de saludo con el procesador del panel principal de modo que el procesador reconoce el panel de expansión y el panel de expansión se convierte en "esclavo" del procesador del panel principal. Puede insertarse un paquete de relés modular en el al menos un enchufe de banco de relés del panel de expansión. Cuando el paquete de relés programable modular se inserta en el enchufe de banco de relés entra en un período de saludo con el procesador del panel principal de modo que el procesador pueda controlar la operación del mismo. Como con los componentes inteligentes conectados directamente al panel principal, los componentes inteligentes del panel de expansión, tales como el banco de relés, son descubiertos automáticamente e identificados para el usuario, a través del terminal local de usuario del panel principal. El usuario puede asignar una o más funciones y/o dispositivos a ser controlados por el paquete de relés.

El controlador de la presente divulgación podría incluir también una unidad de control remoto portátil en comunicación con el panel principal. La unidad de control remoto portátil puede ser una unidad cableada que se conecta al panel principal o al panel de expansión o una unidad inalámbrica que se comunica de modo inalámbrico con un subsistema de comunicación inalámbrico del panel principal. La operación y programación de todo el sistema pueden controlarse por la unidad de control remoto portátil. Cuando la unidad de control remoto portátil es inalámbrica, el panel de control principal puede incluir un módulo de radio para comunicación con la unidad de control remoto portátil inalámbrica. El módulo de radio puede ser un módulo de radio o un módulo de radio Wi-Fi (IEEE 802.11). La unidad de control remoto portátil puede montarse de modo mural o integrarse en un hidromasaje.

El sistema de control podría incluir también un módulo de expansión de E/S que pueda conectarse a un conector del RS-485 del panel principal y en comunicación con el bus RS-485 interno del panel principal. El módulo de expansión de E/S incluye un procesador de componentes inteligentes, una pluralidad de actuadores, una pluralidad de relés y una pluralidad de sensores. El módulo de expansión de E/S expande las capacidades del actuador, relé y sensores del controlador.

**Breve descripción de los dibujos**

Las funcionalidades anteriores de la invención se harán evidentes a partir de la descripción detallada siguiente de la invención, tomada en conexión con los dibujos adjuntos, en los que:

- La FIG. 1 es un diagrama de bloques esquemático del sistema de control de piscina/hidromasaje modular de la presente divulgación;
- la FIG. 2 es un diagrama del sistema de control de piscina/hidromasaje modular de la presente divulgación, mostrando el panel de control principal, un paquete de relés modular, un panel de expansión opcional y una unidad de control remoto opcional en comunicación con la unidad de control principal;
- la FIG. 3 es un diagrama de bloques que muestra componentes eléctricos del panel de control principal de la presente divulgación;
- la FIG. 4 es un diagrama de bloques que muestra componentes eléctricos del panel de expansión de la presente divulgación;
- la FIG. 5 es un diagrama de bloques que muestra componentes eléctricos del paquete de relés programable modular de la presente divulgación;
- la FIG. 6 es un diagrama de bloques que muestra componentes eléctricos del terminal local de la presente divulgación;
- la FIG. 7 es un diagrama de bloques que muestra componentes eléctricos de una placa de circuito impreso terminal cableada opcional de la presente divulgación;
- la FIG. 8A es un diagrama de bloques que muestra componentes eléctricos de un terminal inalámbrico opcional de la presente divulgación que incluye un módulo de radio;
- la FIG. 8B es un diagrama de bloques que muestra componentes eléctricos de un terminal inalámbrico opcional de la presente divulgación que incluye un módulo de radio Wi-Fi (802.11);
- la FIG. 9 es un diagrama de bloques que muestra componentes eléctricos de un módulo de expansión de entrada/salida (E/S) de la presente divulgación;
- la FIG. 10 es un diagrama de bloques que muestra componentes eléctricos de un módulo de detección química de la presente divulgación;
- la FIG. 11 es un diagrama de bloques que muestra componentes eléctricos de una estación base de radio de la presente divulgación;
- la FIG. 12 es un diagrama de flujo que muestra etapas para instalar y programar un paquete de relés modular programable de la presente divulgación;
- la FIG. 13 es un diagrama de flujo que muestra etapas para instalar y programar un componente inteligente de la presente divulgación;
- la FIG. 14 es un diagrama de flujo que muestra etapas para descubrir un banco de relés de la presente divulgación;
- la FIG. 15 es un diagrama de flujo que muestra etapas para descubrir un componente inteligente simple de la presente divulgación;
- la FIG. 16 es un diagrama de flujo que muestra etapas para instalar y programar un panel de expansión de la presente divulgación;

la **FIG. 17A** es una interfaz de usuario gráfica (GUI) de pantalla de "inicio" generada por el sistema para permitir a un usuario controlar múltiples sistemas de piscina/hidromasaje;

la **FIG. 17B** es una GUI generada por el sistema y que visualiza una pantalla de funcionalidades para seleccionar diversos componentes inteligentes asociados con el sistema;

5 la **FIG. 17C** es una GUI generada por el sistema que visualiza una pantalla para controlar un subsistema de dispensado químico;

la **FIG. 18A** es un mensaje emergente de notificación normal generado por el sistema;

la **FIG. 18B** es un mensaje emergente de notificación de aviso generado por el sistema;

la **FIG. 18C** es un mensaje emergente de notificación de alerta generado por el sistema;

10 la **FIG. 19A** es una pantalla emergente de muestra generada por el sistema para cambiar la hora del reloj del sistema;

la **FIG. 19B** es una pantalla emergente de muestra generada por el sistema para cambiar la fecha del reloj del sistema;

la **FIG. 20A** es una pantalla emergente de planificador de muestra generado por el sistema para alterar la planificación de un dispositivo y activar o desactivar un evento planificado; y

15 la **FIG. 20B** es una pantalla emergente de planificador de muestra generado por el sistema para borrar un evento planificado.

### 20 Descripción detallada de la invención

La presente divulgación se refiere a un sistema de control de piscina/hidromasaje modular, tal como se explica en detalle a continuación en conexión con las **FIGS. 1-20B**.

Las **FIGS. 1-2** ilustran el sistema de control **2** de la presente divulgación. Como se muestra en la **FIG. 1**, el sistema de control **2** incluye un panel de control principal **4** para alojar diversos componentes eléctricos del sistema de control **2**.

25 El panel de control **4** incluye una placa madre **6** que tiene un procesador (central) del panel principal **8**. El procesador central **8** se conecta con un bus RS-485 de alta velocidad interno **10** y un bus RS-485 de baja velocidad interno **12** de la placa madre **6**. El bus RS-485 de alta velocidad **10** sitúa al procesador central **8** en comunicación bidireccional con un conector de bus RS-485 de alta velocidad externo **14**, un conector del banco de relés **16** y un conector del terminal local **18**. El bus RS-485 de baja velocidad **12** sitúa al procesador central **8** en comunicación bidireccional con un conector de bus RS-485 de baja velocidad externo **22** y el conector de terminal local **18**. Podrían conectarse diversos dispositivos inteligentes **24** al conector del bus RS-485 de alta velocidad externo **14**, por ejemplo, una estación base de radiofrecuencia, una placa madre del panel de expansión, un banco de relés del panel de expansión, un terminal de control de montaje mural, etc. Adicionalmente, podrían conectarse diversos dispositivos inteligentes **26** al conector del bus RS-485 de baja velocidad externo **22**, por ejemplo, un módulo detector químico, una primera bomba de velocidad variable, un clorador de sal esclavo tal como Aqua Rite fabricado por Hayward Industries, Inc., una segunda bomba de velocidad variable, etc. Los conectores de bus RS-485 de alta velocidad y baja velocidad **14**, **22** permiten que se conecten al mismo dispositivos inteligentes **24**, **26** para estar en comunicación bidireccional con el procesador central **8**. Un experto en la materia entenderá que aunque se hace referencia a un bus RS-485, las comunicaciones internas podrían conseguirse a través de la implementación de cualquier bus de comunicación conocido y adecuado, por ejemplo, serie, paralelo, etc. Con este fin, en donde se proporcione un bus de comunicaciones diferente en lugar del bus RS-485, los conectores del bus RS-485 de alta velocidad y baja velocidad **14**, **22** se proporcionarían como conectores adecuados para el bus de comunicación respectivo que se implemente en el sistema de control **2**. Esto sigue siendo verdad para cualquiera de los dispositivos posteriores que ilustran la utilización de un bus RS-485 para comunicaciones.

30

35

40

45

El panel principal **4** incluye adicionalmente un terminal local **28** que puede acoplarse con el conector del terminal local **18** para permitir a un usuario interactuar con y controlar el sistema de control **2**. El terminal local **28** incluye un procesador del sistema maestro **30** que está en comunicación bidireccional con el procesador central **8** por medio del conector de terminal local **18**. El terminal local **28** puede incluir un reloj en tiempo real, una pantalla táctil de visualizador de cristal líquido (LCD), una o más unidades de memoria, uno o más puertos Ethernet, uno o más puertos USB y uno o más puertos micro-SDHC para recibir una o más tarjetas de memoria no volátil (por ejemplo, tarjetas de memoria micro-SDHC). El LCD del terminal local **28** está en comunicación bidireccional con el procesador central **8** a través del procesador del sistema maestro **30**. El terminal local **28** recibe datos desde el procesador central **8** con relación a la configuración del sistema, así como otra información (por ejemplo, información de estado, alertas/alarmas, etc.) y podría utilizarse por un usuario con finalidades de programación. Específicamente, un usuario podría utilizar el terminal local **28** para asignar una función deseada a un relé particular de un banco de paquetes de relés **32**. Por ejemplo, un usuario puede especificar que un relé particular se asigne para el control de un calentador, una luz, una bomba, etc. El terminal local **28** podría ser un panel de visualización gráfica que podría indicar la configuración del sistema, información de estado y otra información en una pantalla gráfica cómoda, fácil de navegar.

50

55

60

Los puertos USB y los puertos micro-SDHC del terminal local **28** permiten que los datos se proporcionen al sistema de control **2** a través de una tarjeta de memoria externa y/o desde una memoria flash USB o "pendrive". Los puertos USB y los puertos micro-SDHC puede montarse sobre el panel de control principal **4** de modo que sean externamente accesibles. Por ejemplo, un técnico de campo puede insertar una unidad USB en uno de los puertos USB o una tarjeta micro-SDHC en uno de los puertos micro-SDHC para instalar firmware actualizado, paquetes de idioma adicionales,

65

disposiciones de piscina/hidromasaje, programas para control de uno o más dispositivos (tales como programas para el control de una o más luces de piscina o hidromasaje subacuáticas), etc. Adicionalmente, el técnico de campo podía tener un cargador separado incluido en la unidad USB o en la tarjeta micro-SDHC de modo que pueda arrancar un sistema operativo del sistema de control **2** desde la unidad o tarjeta. Esto proporciona usos de diagnóstico extensos y permite la expansión de la memoria. Además, esta funcionalidad permite el registro de datos de los componentes, que pueden almacenarse en una unidad USB, una tarjeta micro-SDHC o, alternativamente, en un sitio web asociado.

El panel de control principal **4** incluye uno o más paquetes de relés programable modular **32** conteniendo cada uno una pluralidad de relés **56a-d** (por ejemplo, cuatro). El paquete de relés programable modular **32** (por ejemplo, banco de relés) puede conectarse al conector de banco de relés **16** para comunicación bidireccional con el procesador central **8** por medio del bus RS-485 de alta velocidad **10**. Cada paquete de relés modular **32** puede conectarse a equipos y componentes inteligentes de la piscina/hidromasaje, por ejemplo, calentadores, luces, bombas, unidades de dispensado de pH, lo que permite que los paquetes de relés **32** comuniquen con y controlen dicho equipo de piscina/hidromasaje.

La placa madre **6** puede incluir adicionalmente una entrada de alimentación de 120 V CA **34**, un subsistema de control de clorador **36**, una interfaz de sensores **38**, un conector de relés estándar **40** y conectores de relés auxiliares **42**.

La entrada de alimentación de CA **34** se conecta a una fuente de alimentación de 12 V CC **44**, una fuente de alimentación de 24 V CC **46** y una fuente de alimentación del clorador **48** que están en el panel principal **4**. Las fuentes de alimentación **44**, **46** podrían ser fuentes de alimentación conmutadas, si se desea. La entrada de alimentación de CA **34** permite que la fuente de alimentación de 12 V CC **44**, la fuente de alimentación de 24 V CC **46** y la fuente de alimentación del clorador **48** se conecten a la origen de alimentación de CA. Cuando se conecta a un origen de alimentación de CA, la alimentación de CA suministrada se convierte en CC por la fuente de alimentación de 12 V CC **44**, la fuente de alimentación de 24 V CC **46** y la fuente de alimentación del clorador **48**. La fuente de alimentación de 12 V CC **44** proporciona alimentación de 12 V CC, mientras que la fuente de alimentación de 24 V CC **46** proporciona alimentación de 24 V CC al sistema de control principal **2** y a los componentes eléctricos conectados al mismo. La fuente de alimentación de 12 V CC **44** y la fuente de alimentación de 24 V CC **46** se muestran en forma de diagrama como unidades separadas, sin embargo, un experto en la materia entenderá que la fuente de alimentación de 12 V CC **44** y la fuente de alimentación de 24 V CC **46** pueden proporcionarse como una única unidad de fuente de alimentación que suministre tanto 12 V CC como 24 V CC.

El sistema de control del clorador **36** podría estar en comunicación eléctrica bidireccional con el procesador central **8** y una unidad de clorador **50**, por ejemplo, turbo célula o "T-Cell", de la piscina o hidromasaje. Esta comunicación permite que el sistema de control **2** esté en comunicación operativa con un clorador **50** de modo que el sistema de control **2** pueda controlar el clorador **50** (por ejemplo, tiempos de cloración, cantidades, etc.) o simplemente visualizar los parámetros y las condiciones de operación del clorador en el terminal local **28**. En algunas realizaciones, el subsistema clorador **26** puede situarse sobre la placa madre **6**. En otras realizaciones, el subsistema clorador **26** puede proporcionarse sobre una tarjeta de expansión que puede conectarse al sistema de control **2**.

La interfaz de sensores **38** permite la integración de una pluralidad de sensores con el sistema de control **2**. Los diversos sensores están en comunicación eléctrica con la interfaz de sensores **38** y proporcionan a la interfaz de sensores **38** información relativa a los parámetros de operación de la piscina o hidromasaje. La interfaz de sensores **38** transmite estos datos al procesador central **8**, que puede utilizar los datos para diversos cálculos, con finalidades de control o para visualización a través del terminal local **28**. Los sensores podrían conectarse a la piscina o hidromasaje en sí o a diversos equipos de piscina o hidromasaje y detectar, entre otras cosas, temperaturas (ambiente, del agua, calentador, etc.), caudales, corrientes y/o tensiones de los diversos equipos, niveles de cloración, etc. La interfaz de sensores **38** podría incluir un conector de sensores de 12 hilos, 10 hilos o 2 hilos de modo que puedan conectarse y utilizarse sensores de capacidades y finalidades variables al sistema. La interfaz de sensores **38** podría proporcionar también acondicionamiento del sensor, amplificación, corrección de errores, etc., de modo que las señales recibidas desde los diversos sensores estén en una condición adecuada para procesamiento por el procesador central **8**. Las señales recibidas por la interfaz de sensores **38** pueden convertirse de analógico a digital por la interfaz de sensores **38** y viceversa o, alternativamente, pueden convertirse por el procesador central **8**.

El conector de relés estándar **40** y los conectores de relés auxiliares **42** pueden conectarse con una pluralidad de relés que pueden ser relés de función fija o relés asignables por el usuario. El conector de relés estándar **40** y los conectores de relés auxiliares **42** pueden ser tanto de alta tensión como de baja tensión dependiendo de los tipos de dispositivos de piscina/hidromasaje a ser controlados por los relés. Por ejemplo, el conector de relés estándar **40** y los conectores de relés auxiliares **42** podrían incluir dos relés de función fija, contacto seco que pueden asignarse a conmutar un primer calentador y un segundo calentador, respectivamente y dos relés asignables por el usuario. El número de relés incluidos en el conector de relés estándar **40** y en los conectores de relés auxiliares **42** no está limitado a cuatro como se ilustra y podría ser cualquier número deseado de relés.

El conector de relés estándar **40** y los conectores de relés auxiliares **42** pueden tener múltiples métodos de control disponibles, que son dependientes de la configuración, incluyendo activación/desactivación manual, reloj de tiempos (en el que el usuario tiene la capacidad de fijar un tiempo de conexión/desconexión en un menú de modo que el relé

pueda conectarse/desconectarse automáticamente), temporizador de cuenta atrás y control automático. Además, los relés de alta tensión pueden controlarse en una o más de las siguientes formas: en un grupo, como la salida de baja velocidad de una bomba de 2 velocidades, como una bomba de filtro en un cuerpo de agua separado, como una bomba de refuerzo, como un controlador de luz, como un control de dispensado de pH y/o como una salida general. Cuando el conector de relés estándar **40** y los conectores de relés auxiliares **42** se usan como un controlador de luz, puede visualizarse un menú en el terminal local **28** que permita a un usuario activar directamente un color específico para la luz. Adicionalmente, los relés de baja tensión pueden usarse para cualquier finalidad incluyendo, pero sin limitarse a, control de calentador. Los relés de baja tensión pueden controlarse desde un grupo, control de calentador o como una salida de baja tensión general.

Como se ha mencionado anteriormente, los conectores de bus RS-485 de alta velocidad y baja velocidad externos **14**, **22** permiten que diversos dispositivos se conecten a los mismos. Algunos dispositivos de muestra incluyen subsistemas de comunicación, que pueden ser un subsistema de comunicación cableado y/o un subsistema de comunicación inalámbrico que permitan la comunicación con diversos dispositivos de control remoto. Esto permite que los dispositivos de control remoto se integren con el sistema de control **2**. El subsistema de comunicación cableado podría incluir comunicaciones Ethernet, comunicaciones serie (por ejemplo, RS-485), o cualesquiera otros tipos/protocolos de comunicaciones adecuados de modo que un dispositivo de control remoto pueda conectarse al panel principal **4**. Alternativamente, el subsistema de comunicación cableado puede conectarse al terminal local **28**. Por ejemplo, el subsistema de comunicación cableado podría conectarse al puerto Ethernet en el terminal local **28**. Cuando está conectado, el subsistema de comunicación por cable está en comunicación bidireccional con el procesador central **8** y transfiere datos desde un dispositivo de control remoto conectado al procesador central **8** y desde el procesador central **8** al dispositivo de control remoto. Por ejemplo, esto permite a una red Ethernet doméstica conectarse a, e integrarse con, la unidad de control **8** de modo que un control remoto cableado, situado en un hogar por ejemplo, pueda conectarse a la red Ethernet y en comunicación con la unidad de control **8**. El subsistema de comunicación inalámbrica proporciona un enlace de comunicación inalámbrico entre la unidad de control **8** y una unidad de control remoto inalámbrica (por ejemplo, portátil) **58**. El enlace de comunicación inalámbrico podría incluir Wi-Fi, Bluetooth o cualquier otro medio de comunicación adecuado. La unidad de control remoto inalámbrica **58** podría incluir una batería recargable, puede estar reforzada y resistente al agua de modo que pueda usarse cerca de una piscina o hidromasaje y podría incluir una carcasa plástica resistente a la luz ultravioleta (UV). De modo importante, la unidad de control remota cableada e inalámbrica **58** duplica la funcionalidad proporcionada por el terminal local **28**. La unidad de control remota cableada podría estar en una unidad interior que puede montarse en una pared interior de una casa, o una versión exterior que puede montarse en o cerca de una piscina/hidromasaje.

Además, el subsistema de comunicación inalámbrica podría comunicar también con una red **60**, que podría ser una red inalámbrica, red celular inalámbrica (por ejemplo, 3G o 4G) o Internet. Esto permite al sistema de control **2** integrarse con y ser controlado por un dispositivo inalámbrico **61**, por ejemplo, un iPhone, iPod Touch, iPad, dispositivo BlackBerry, teléfono inteligente Android, tablet Android, etc., a través de la red **60**. En dichas circunstancias, podrían crearse una interfaz de usuario gráfica (GUI) y programa de control en general para la unidad de control **58** e instalarse sobre el dispositivo inalámbrico **61**. Toda la funcionalidad disponible en el terminal local **28** se replica en la interfaz de usuario y por el programa de control del dispositivo inalámbrico **61**. La interfaz de usuario y el programa de control pueden ser una aplicación que puede descargarse por el dispositivo inalámbrico **61** y puede licenciarse basándose en una suscripción. Una aplicación de muestra puede ser una aplicación de detección de "humor" que permita a un dispositivo inalámbrico **61** con un giroscopio, acelerómetro, sensor de calor, cámara y/o micrófono determinar diversas condiciones de un usuario o de un ambiente y transmitir comandos de control basándose en estas determinaciones al sistema de control **2**. Por ejemplo, la aplicación puede detectar la temperatura corporal, temperatura ambiente, movimiento del dispositivo, sonidos, etc. y controlar uno o más componentes conectados al sistema de control **2**, tal como cambiando el color de una o más luces de piscina subacuáticas en respuesta a las condiciones detectadas por el dispositivo inalámbrico **61**. Además, dicha aplicación podría proporcionarse como una versión de ordenador personal (PC) mediante lo que un usuario puede descargar la aplicación a su PC y utilizar su PC para controlar el sistema de control **2** a través de su red doméstica, por ejemplo, Ethernet o Internet. Aún más, el dispositivo inalámbrico **61** podría incluir capacidades Wi-Fi o Bluetooth por sí mismo e integrarse con el sistema de control **2** a través de dicho protocolo.

La GUI en la unidad de control **58** podría replicarse en cada dispositivo conectado al sistema de control **2**, para controlar el sistema de control **2** usando una interfaz común. Por ejemplo, puede haber un terminal local **28**, una unidad de control remoto portátil **58** (inalámbrica o cableada), un dispositivo inalámbrico **61** (teléfono inteligente/tableta), un sitio web del fabricante accesible por Internet o una página web servida localmente mediante un ordenador. La página web servida localmente podría poner a disposición las GUI como páginas web que puedan verse por cualquier dispositivo con un navegador web que esté en comunicación en la red doméstica, por ejemplo, a través de la dirección IP del servidor local. En un sistema en el que se configuran múltiples dispositivos para acceder al programa de control, el procesador central **8** podría mantener la configuración y los ajustes. El sistema de control **2** puede incluir la funcionalidad para soporte de idiomas y visualizarlo sobre la GUI. El soporte de idiomas puede estar en la forma de paquetes de idiomas descargables. El programa de control, incluyendo la GUI, puede tener diferentes niveles de acceso definidos. Por ejemplo, el programa de control puede tener cuatro niveles separados designados como acceso de control limitado, acceso de control total, acceso de ajustes y acceso de configuración (modo administración). La definición de acceso de control limitado puede proporcionar el acceso mínimo necesario para la operación y puede

ser el más adecuado cuando un invitado o inquilino está utilizando el sistema. Por ejemplo, una definición de acceso de control puede permitir a un usuario encender o apagar el dispositivo, pero puede no permitirle el cambio de los puntos de ajuste, temporizadores o la creación/modificación del conjunto de programación, etc. Como otro ejemplo, la definición de acceso de ajustes puede proporcionar al usuario un acceso de control total más la capacidad de cambiar los puntos de ajuste, temporizadores y programas. La definición de acceso de configuración puede ser un modo de administración que proporcione control total y acceso de ajustes así como la capacidad para establecer o cambiar información de configuración básica de la piscina. El modo de administración puede ser solo para uso por propietarios de piscina experimentados o técnicos de campo. Cada uno de estos modos/definiciones puede estar protegido por contraseña.

Además, el panel principal **4** podría incluir una pluralidad de "enclavamientos" en las paredes del mismo, que pueden proporcionar acceso a diferentes compartimentos del panel principal **4**. Por ejemplo, el panel principal **4** puede incluir enclavamientos en la parte posterior, inferior o laterales que proporcionen acceso a un compartimento alta tensión o compartimento de baja tensión y puede permitir la implementación de un interruptor del circuito de falta tierra (GFCI). Adicionalmente, el panel principal **4** podría incluir un centro de carga **53** o un subpanel de 125 A base que pueda ser compatible con diversos fabricantes de interruptores.

El sistema de control **2** podría incluir adicionalmente un panel de expansión **54** conectable al panel de control principal **4** y ser "esclavo" del mismo. El panel de expansión **54** se explica con más detalle a continuación en conexión con la **FIG. 4**. Por lo general, el panel de expansión **54** puede conectarse al conector del bus RS-485 de alta velocidad **14** de la placa madre del panel de control principal **6**. Los paquetes de relés modulares **32** pueden conectarse al panel de expansión **54** para comunicación bidireccional con el panel de expansión **54**, y por ello con el procesador central **8**. Los paquetes de relés modulares **32** pueden conectarse tanto al panel de control principal **4** como al panel de expansión **54**. Como tal, el panel de expansión **54** funciona como "cadena" de paquetes de relés modulares adicionales **32** para el panel de control principal **4**. Además, el panel de expansión **54** puede incluir un puerto de expansión adicional para permitir que se conecte al mismo un panel de expansión. Esta funcionalidad permite que se expanda el número de paquetes de relés modulares que pueden conectarse al sistema, permitiendo que se controle equipo adicional por el panel de control principal **4**.

Como se muestra en la **FIG. 2**, el panel de expansión **54** es externo al panel de control principal **4** y conectado al mismo mediante la conexión de datos y alimentación. Puede instalarse una pluralidad de paquetes de relés **32** en el panel principal **4** y en el panel de expansión **54**, en cualquier número/combinación deseado. Los paquetes de relés modulares **32** incluyen cada uno una carcasa **55** y una pluralidad de relés **56a-56d**. Cada relé **56a-56d** es un relé de finalidad general que puede asignarse a una función deseada por el usuario a través del terminal local **28**. A modo de ejemplo, el primer relé **56a** puede asignarse al control de un calentador de piscina, el segundo relé **56b** puede asignarse al control de una luz, el tercer relé **56c** puede asignarse al control de una bomba de circulación y el cuarto relé **56d** puede asignarse al control de una bomba de fuente. Por supuesto, estas funciones pueden alterarse según se desee. Un usuario puede así controlar el calentador de la piscina, la luz, la bomba de circulación y la bomba de la fuente a través del terminal local **28** o, alternativamente, mediante la unidad de control remoto portátil **58** o un dispositivo inalámbrico **61** si este está en comunicación con el subsistema de comunicación inalámbrico. Además, un único dispositivo puede conectarse a dos relés donde sea necesario, por ejemplo, una bomba de dos velocidades. Como puede apreciarse, los paquetes de relés **32** permiten una instalación y configuración amigable, de "enchufar y listo".

La **FIG. 3** es un diagrama de bloques que muestra los componentes eléctricos del panel de control principal **4**. El panel de control principal **4** incluye una placa madre de panel principal **6** que contiene diversos componentes del panel de control principal **4** y proporciona interconectividad entre ellos. La placa madre del panel principal **6** puede ser una tarjeta de circuito impreso que puede conformarse y recubrirse para impedir la corrosión/daños por la exposición a largo plazo a humedad. El panel principal **4** incluye un conjunto de fuente de alimentación de 12 V CC **44** y un conjunto de fuente de alimentación de 24 V CC **46**. Conectados a la placa madre del panel principal **6** hay un conector de entrada de CA **34** que recibe alimentación desde un origen de alimentación de CA, por ejemplo, una toma estándar de un hogar. El conector de entrada de CA **34** envía la alimentación recibida a través de un filtro de ruido **80** (por ejemplo, fabricado por Echelon, Inc.), que filtra la alimentación y elimina cualquier ruido no deseado y a un conector de transformador **82** y a un conector de entrada de fuente de alimentación **86**. El conector de entrada de la fuente de alimentación **86** permite la conexión de la placa madre del panel principal **6** con la fuente de alimentación de 12 V CC **62** y la fuente de alimentación de 24 V CC **64** a través de sus conectores de CA respectivos **68, 72**. Cada conector de CA **68, 72** proporciona a la fuente de alimentación respectiva (por ejemplo, fuente de alimentación de 12 V CC **62** y fuente de alimentación de 24 V CC **64**) alimentación a 120 V CA, que a su vez los convierte en 12 V CC y 24 V CC, respectivamente. Las salidas de 12 V CC y 24 V CC de las fuentes de alimentación **62, 64** se conectan a un conector de fuente de alimentación respectivo **66, 70** en que cada uno se conecta al conector de salida de la fuente de alimentación **88** de la placa madre del panel principal **6**. El conector de salida de fuente de alimentación **88** distribuye alimentación a los diversos componentes de la placa madre del panel principal **6**. Como se ha mencionado anteriormente, el conector de entrada de CA **34** proporciona alimentación de CA al conector del transformador **82** para conexión con un transformador de cloración **74** que transforma la alimentación de 120 V CA en 24 V CA. Los 24 V CA se devuelven por el transformador de cloración **74** al conector de transformador **82** para distribución entre diversos componentes de la placa madre del panel principal **6**.

La placa madre del panel principal **6** incluye una ranura de expansión **20** que recibe alimentación de 12 V CC y alimentación de 24 V CC desde el conector de salida de fuente de alimentación **88** y está en comunicación bidireccional con el bus interno **10** para comunicación con el procesador central **8**. La ranura de expansión **20** también está en comunicación con la conexión del transformador **82** y con un conector puente **84**, que se explicará con mayor detalle a continuación. La ranura de expansión **20** incluye una conexión de datos y una conexión de alimentación que permiten que la ranura de expansión **20** proporcione un panel de expansión **54** conectado con alimentación y transferencia de datos entre ellos. Específicamente, la ranura de expansión **20** permite que se conecte un panel de expansión **54** a la placa madre del panel principal **6**, de modo que el panel de expansión **54** sea "esclavo" de la placa madre del panel principal **6** cuando se conecta. Adicionalmente, el panel de expansión **54** está en comunicación bidireccional con la placa madre del panel principal **6**, por ejemplo, recibiendo y enviando datos a través de la conexión de datos **44**. La ranura de expansión **20** recibe adicionalmente alimentación de 24 V CA desde el conector de transformador **82** de modo que el panel de expansión **54** conectado con el mismo tiene la capacidad de permitir que se conecte a él una unidad de clorador. De manera más específica, la ranura de expansión **20** puede proporcionar la alimentación requerida a una unidad de clorador fijada a un panel de expansión **54**. La **FIG. 3** ilustra solo una ranura de expansión **20** en la placa madre del panel principal **6**, sin embargo, se entenderá que la placa madre del panel principal **6** puede contener una pluralidad de ranuras de expansión de modo que pueda conectarse más de un panel de expansión **54** a la placa madre del panel principal **6**. Además, no es necesario que se conecte un panel de expansión **54** a la ranura de expansión **20**, sino que en su lugar, puede conectarse un segundo panel de control principal **4** a la ranura de expansión **20** de modo que pueden encadenarse juntos una pluralidad de paneles de control principales.

La placa madre del panel principal **6** incluye adicionalmente un enchufe de banco de relés **16** que permite la conexión de uno o más paquetes de relés programables modular **32** con la placa madre del control principal **6**. El enchufe de banco de relés **16** recibe alimentación de 12 V CC y alimentación de 24 V CC desde el conector de salida de fuente de alimentación **88** y está en comunicación bidireccional con el bus interno **10** para comunicación con el procesador central **8**. La **FIG. 3** ilustra solo un enchufe de banco de relés **16** en la placa madre del panel principal **6**, sin embargo, debería entenderse que la placa madre del panel principal **6** puede contener una pluralidad de enchufes de banco de relés. Cada enchufe de banco de relés adicional puede funcionar de modo idéntico al enchufe de banco de relés **16** mostrado. Cuando se conecta un paquete de relés programables modular al enchufe de banco de relés **16**, el paquete de relés entra en una fase de saludo con el procesador central **8** de modo que el procesador central **8** reconozca que se ha conectado un paquete de relés al sistema y pueden programarse por el procesador central **8**.

El conector de salida de la fuente de alimentación **88** proporciona adicionalmente alimentación de 12 V CC a un diodo emisor de luz (LED) **94** de fuente de alimentación de 12 V CC, una alimentación de lógica **96**, un primer bus RS-485 externo **14**, un conector de placa hija **100** y un segundo bus RS-485 externo **102**. Adicionalmente, el conector de salida de fuente de alimentación **88** proporciona alimentación de 24 V CC a un LED **104** de fuente de alimentación de 24 V CC, a un primer controlador de relés **106** y a un segundo controlador **108**. El LED de fuente de alimentación de 12 V CC y 24 V CC **94**, **104** se ilumina cuando se está proporcionando alimentación por la fuente de alimentación de 12 V CC **62** y/o la fuente de alimentación de 24 V CC **64**, respectivamente. Esto proporciona a un usuario notificación de que la placa madre del panel principal **6** está recibiendo alimentación. Los otros componentes se explicarán con mayor detalle a continuación.

La primera y segunda conexión de relés simples **110**, **112** y una conexión de relés cuádruple **114** se incluyen sobre la placa madre del panel principal **6** para conmutación de múltiples dispositivos conectados, por ejemplo, motores. La conexión de relés cuádruple **114** permite que se conmuten simultáneamente cuatro dispositivos separados cuando se conectan a la conexión de relés cuádruple **114**. La primera y segunda conexiones de relé simple **110**, **112** y la conexión de relés cuádruple se conectan al primer controlador de relés **106** para recibir alimentación desde el mismo para operaciones de conmutación. El primer controlador de relés **106** recibe 3,3 V CC desde la alimentación de la lógica **96** para su alimentación. La primera y segunda conexión de relés simples **110**, **112** están también en comunicación directa con el procesador central **8** para proporcionar información al mismo. La primera y segunda conexiones de relés simples **110**, **112** y la conexión de relés cuádruple **114** puede soportar diversos dispositivos, tal como un relé atenuador. Adicionalmente, una de la primera y segunda conexiones de relé simple **110**, **112** puede ser de función fija, un relé de alta tensión para un filtro, mientras que el otro relé puede estar libre para su uso en el control de otro dispositivo.

El primer bus RS-485 externo **14** incluye una pluralidad de conectores RS-485 y un bloque terminal RS-485 y está en comunicación con el bus RS-485 de alta velocidad interno. El primer bus RS-485 externo **14** permite que diversos componentes, incluyendo dispositivos inteligentes, se conecten al mismo y en comunicación bidireccional con el procesador central **8**. Los posibles dispositivos para conexión incluyen, pero no se limitan a, calentadores, luces subacuáticas, equipo de cloración, un módem, una estación base de automatización doméstica, un terminal cableado, un equipo de detección química, etc. Adicionalmente, el primer bus RS-485 externo **14** recibe alimentación de 12 V CC a través del conector de salida de fuente de alimentación **88**.

Una interfaz de actuador **116**, que incluye la pluralidad de conectores de actuador y relés de actuador, se incluye en la placa madre de panel principal **6**, y se controla por el segundo controlador de relés **108**. Los relés de actuador de la interfaz de actuador **116** reciben alimentación de 24 V CA desde el conector de transformador **82** (que recibe la alimentación de 24 V CA desde el transformador de cloración **74**). La interfaz de actuador **116** permite que se conecten

diversos tipos de actuadores a cada conector de actuador y se controlen por el sistema. Por ejemplo, el actuador podría ser un actuador de válvula. También están conectados al segundo controlador de relés **108** relés de baja potencia **40**, incluyendo cada relé un conector de relé de baja potencia asociado. Los relés de baja potencia **40** permiten que diversos dispositivos de baja potencia se conecten al sistema, de modo que el relé cableado **40** conmute la operación del dispositivo conectado.

Los relés de actuador individuales de cada interfaz de actuador **116** no tienen restricción sobre qué dispositivo (por ejemplo, actuadores de válvula) pueda conectarse a qué relé de actuador y puede tener múltiples métodos de control disponibles. Estos métodos de control dependen de la configuración e incluyen la conexión/desconexión manual, reloj de tiempos (en el que el usuario tiene la capacidad de fijar un tiempo de conexión/desconexión en un menú de modo que el relé pueda conectarse/desconectarse automáticamente), temporizador de cuenta atrás y control automático. Además, los relés de actuador individuales podrían controlarse de las siguientes formas: desde un grupo, como una parte de un control de piscina/hidromasaje para un sistema de equipo simple, en respuesta a un programa de control de derrame, como parte de un programa de control de limpiador de piscina/hidromasaje, en respuesta a un programa de control de funcionalidades del agua, en respuesta a un programa de control de calentamiento solar, en respuesta a un programa de control de dispensado de pH o de otra forma.

Como se ha mencionado anteriormente, la placa madre del panel principal **6** incluye un conector de placa hija **100**. El conector de placa hija **100** se conecta al bus interno **10** para comunicación con el procesador central **8**. El conector de placa hija **100** permite que se conecte una tarjeta de circuito adicional a la placa madre del panel principal **6**, permitiendo la expansión adicional de la funcionalidad del sistema.

La interfaz de sensores **38** incluye una pluralidad de conectores de sensor, que puede tener cualquier número de hilos y recibir señales de entrada desde una pluralidad de sensores conectados al mismo. Podrían proporcionarse también circuitos de acondicionamiento del sensor asociados. Los diversos conectores de sensor permiten que diversos sensores de diferentes capacidades se conecten al sistema. Los conectores de sensor reciben entradas desde los hilos **117** que están en conexión eléctrica con, y transmiten datos desde, los sensores asociados. Los sensores pueden proporcionar información y datos que pertenecen a diversos parámetros de operación de la piscina o hidromasaje. La interfaz de sensores **38** transmite estos datos al procesador central **8**, que puede utilizar los datos con diversas finalidades, por ejemplo, para controlar dispositivos y/o visualizar información en el terminal local **28**. Los sensores pueden ser sensores resistentes a la temperatura/enclavamientos externos que pueden conectarse a la piscina o hidromasaje en sí o a diversos equipos de piscina o hidromasaje y pueden detectar, entre otros parámetros, temperaturas (por ejemplo, aire ambiente, agua de la piscina, agua del hidromasaje, panel solar, calentador, etc.), caudales, presión, corrientes y/o tensiones de diversos equipos, niveles de cloración, etc. Las unidades de acondicionamiento de sensor proporcionan acondicionamiento del sensor, por ejemplo, amplificación y/o corrección de errores, previamente al envío de la entrada del sensor a un convertidor analógico a digital **119** multicanal del procesador central **8**. Esto asegura que los datos y la información proporcionada por los diversos sensores están en las condiciones apropiadas para el procesador central **8**. La señal recibida por la interfaz de sensores **38** puede convertirse de analógico a digital por la interfaz de sensores **38** o, alternativamente, pueden convertirse por el procesador central **8**. Adicionalmente, podría incluirse un sensor de temperatura de la tarjeta de circuito impreso **118** (y acondicionamiento del sensor asociado) sobre la placa madre del panel principal **6** para medir la temperatura de la placa madre del panel principal **6** y/u otros componentes. Este valor puede usarse en diversas operaciones del sistema incluyendo procedimientos de seguridad y precauciones. Por ejemplo, si se determina que la placa madre del panel principal **6** está funcionando a una temperatura que es mayor que o menor que un valor de umbral, por ejemplo, la placa madre del panel principal **6** está en una temperatura peligrosamente alta o baja, el sistema puede realizar una parada automática o notificar a un usuario de la situación.

Como se ha mencionado anteriormente, la placa madre del panel principal **6** incluye un segundo bus RS-485 externo **102** que incluye una pluralidad de conectores RS-485 y bloques terminales RS-485. El bus RS-485 **102** recibe alimentación de 12 V CC desde el conector de salida de fuente de alimentación **88** y está en comunicación bidireccional con el conector de la placa hija **100**. El segundo bus RS-485 externo **102** funciona como un bus RS-485 externo permitiendo que diversos componentes, incluyendo dispositivos inteligentes, se conecten al mismo. Los posibles dispositivos para conexión incluyen, pero no se limitan a, calentadores, luces subacuáticas, equipo de cloración, un módem, una estación base de automatización doméstica, un terminal cableado, un equipo de detección química, etc.

El primer bus RS-485 externo **14** y el segundo bus RS-485 externo **102** permiten que se conecten diversos dispositivos al sistema de control **2** durante o después de la instalación, para añadir capacidades adicionales al sistema de control **2**. Estos dispositivos pueden montarse externamente al panel de control principal **4** en su propia carcasa resistente al agua o, en algunos casos, internamente con el panel de control principal **4**. Estos dispositivos pueden incluir un módulo de control de iluminación de piscina/hidromasaje subacuático (que permite el control de las luces de piscina/hidromasaje subacuáticas usando cableado de control dedicado, de baja tensión interconectado con las luces de piscina/hidromasaje subacuáticas o a través de un control de línea portadora de alimentación (PLC) en el que los controles se transmiten a las luces de la piscina/hidromasaje sobre las líneas de alimentación de alta o baja tensión que proporcionan alimentación a las luces), un módulo de radio inalámbrica ("Wi-Fi") **26**, un módulo de radio de Z-wave u otro tipo de transmisor y/o receptor por cable o inalámbrico. Cada uno de los módulos de radio podría fabricarse para estar de acuerdo con las normas de radiofrecuencia (RF) normativas requeridas. El módulo de radio Wi-Fi **26**

puede conectarse a un puerto Ethernet de la placa madre del panel principal **6**, creándose un puente Ethernet a Wi-Fi. La placa madre del panel principal **6** y todos los dispositivos/tarjetas de expansión asociados, pueden comunicar con la red doméstica través de una conexión Ethernet por cable a través del puerto Ethernet o de modo inalámbrico usando el módulo de radio Wi-Fi **26**. Adicionalmente, la radio Wi-Fi **26** permite que la unidad de control remoto inalámbrica **58** o el dispositivo inalámbrico **61** comuniquen con la placa madre del panel principal **6** con un alcance de 76 metros (250 pies) o más. La radio Wi-Fi **26** puede montarse en un alojamiento de cúpula que sea capaz de soportar un ensayo de lluvia NEMA 3R y montarse externamente al panel de control principal **4**. Alternativamente, el módulo de radio Wi-Fi **26** puede montarse dentro del panel de control principal **4** estando solamente la antena montada externamente.

El módulo de radio puede ser un módulo de radio Z-wave que permite que el sistema de control **2** controle diversos dispositivos de terceros que están separados del panel de control principal **4** y soportan la norma Z-wave. Por ejemplo, el sistema de control **2** puede ser capaz de controlar cerrojos, interruptores de luz y salidas a través del módulo de radio Z-wave. El módulo de radio Z-wave puede montarse en un alojamiento de cúpula externo al panel de control principal **4** y conectarse a o bien el primer bus RS-485 externo **14** o bien al segundo bus RS-485 externo **102**. El sistema de control **2** puede ser capaz de configurar los dispositivos conectados por medio del módulo de radio Z-wave, de modo que el sistema de control **2** descubra los dispositivos, asigne automáticamente los dispositivos a grupos, permita a un usuario definir grupos de dispositivos y permita a un usuario definir circuitos virtuales que impliquen a los dispositivos.

Como alternativa a la funcionalidad de radio Z-wave, cuando el panel de control principal **4** se conecta a una red doméstica, los dispositivos conectados al panel de control principal **4** pueden controlarse a través de un sistema de automatización doméstico ya existente.

Se incluye en la placa madre del panel principal **6** un transceptor RS-485 **120** que recibe señales desde el bus RS-485 interno **10**, que se conecta a la ranura de expansión **20**, al enchufe de banco de relés **16**, al primer bus RS-485 externo **14** y al conector de placa hija **100**. El transceptor RS-485 **120** funciona para interpretar y procesar las señales recibidas por él para transmisión al procesador central **8**. El transceptor RS-485 está en comunicación eléctrica bidireccional con un primer puerto serie **126** del procesador central **8** y recibe 3,3 V CC desde la alimentación de lógica **96**. La placa madre del panel principal **6** también incluye un transceptor RS-485 aislado **122** que recibe una señal recibida por un conector de clorador (T-Cell) **140**, explicado con mayor detalle a continuación e interpreta y procesa la señal recibida para transmitirla al procesador central **8**. El transceptor RS-485 aislado **122** está en comunicación eléctrica bidireccional con un segundo puerto serie **128** del procesador central **8** y recibe 3,3 V CC desde la alimentación de lógica **96**.

Pasando ahora al subsistema de cloración incluido en el panel de control principal **4**, el subsistema de cloración incluye el transformador de cloración **74**, el conector de transformador **82**, rectificadores de puente de cloración **76**, conector rectificador del puente **84**, filtro de fuente de alimentación **130**, lógica de clorador **132**, relés de polaridad **134**, una interfaz a la T-Cell **136**, un conector de T-Cell **140**, un transceptor RS-485 aislado **122**, una unidad de acondicionamiento de sensores **142**, un tercer controlador de relé **124**, un convertidor A/D **144**, una alimentación de lógica aislada **146**, un componente de aislamiento **148** y una interfaz periférica serie **150**. El transformador de cloración **74** se conecta al conector del transformador **82** de la placa madre del panel principal **6**. El transformador de cloración **74** recibe 120 V CA desde un origen de alimentación de CA a través de un conector de entrada de CA **34** y el conector del transformador **82** y transformar los 120 V CA en 24 V CA, que se envían de vuelta al conector del transformador **82**. El conector del transformador **82** proporciona 24 V CA al conector del rectificador en puente **84**. Los rectificadores en puente de cloración **76** se conectan al conector del rectificador en puente **84** de la placa madre del panel principal **6**. El rectificador en puente de cloración **76** recibe 24 V CA desde el conector del rectificador en puente **84** y los convierte en 24 V CC, que se envían de vuelta al conector del rectificador en puente **84**. Los 24 V CC se proporcionan al filtro de fuente de alimentación **130** que filtra la alimentación para reducir el ruido y transmite la alimentación de 24 V CC filtrada a la alimentación de lógica aislada **146** y a la lógica de clorador **132**. La lógica de clorador **132** proporciona una salida de lógica a los relés de polaridad **134**, que conmutan la polaridad de una célula de clorador asociada. Los relés de polaridad **134** se conectan a un tercer controlador de relés **124** para recibir alimentación del mismo. El tercer controlador de relés **124** recibe alimentación de 3,3 V CC desde la alimentación de lógica **96**. Los relés de polaridad **134** proporcionan señales de conmutación a la interfaz de la T-Cell **136** que comunica con una célula de clorador conectada al conector de la T-Cell **140**. El conector de la T-Cell **140** está en comunicación bidireccional con el transceptor RS-485 aislado **122** sobre un canal de comunicación de T-Cell, para proporcionar al procesador central **8** datos con relación a la célula de clorador conectada. El conector de la T-Cell **140** se conecta también a una unidad de acondicionamiento de sensores **142** que proporciona acondicionamiento del sensor, por ejemplo, amplificación y corrección de error, de los datos suministrados por cualesquiera sensores de una célula de clorador conectada. La unidad de acondicionamiento de sensores **142** proporciona datos a un convertidor analógico a digital (A/D) **144** que recibe alimentación de baja tensión desde la alimentación de lógica aislada **146** y convierte cualesquiera señales de sensor de entrada de analógico a digital. El convertidor A/D **144** proporciona la señal convertida a una unidad de aislamiento **148**, que aísla la señal y proporciona la señal a la interfaz periférica serie **150** del procesador central **8** y a la memoria solo de lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM) **152**. El clorador fijado al conector de la T-Cell **140** puede incluir un disipador térmico en la fuente de alimentación que puede supervisarse por el procesador central **8**, que puede parar el clorador si ha ocurrido o es inminente una situación de sobrecalentamiento.

El procesador central **8** podría incluir también una memoria de parámetros no volátil **154**, una memoria de acceso aleatorio (RAM) interna **156** y memoria flash interna **158**. Esto permite al sistema retener los ajustes en el caso de una pérdida de alimentación.

5 La **FIG. 4** es un diagrama de bloques que ilustra un panel de expansión **54** de la presente divulgación. Como se ha mencionado anteriormente, el panel de expansión **54** puede conectarse al panel de control principal **4**. El panel de expansión **54** incluye una placa madre de panel de expansión **160** que incluye diversos componentes del panel de expansión **54**. La placa madre del panel de expansión **160** puede ser una tarjeta de circuito impreso que puede conformarse y recubrirse para impedir la corrosión/daños por la exposición a largo plazo a humedad. La placa madre del panel de expansión **160** incluye un procesador de panel de expansión **161**. El panel de expansión **54** incluye un conjunto de fuente de alimentación de 12 V CC **162** y un conjunto de fuente de alimentación de 24 V CC **163**. Adicionalmente, el panel de expansión **26** podría incluir interruptores de 125 A adicionales además de los de la unidad de control principal **2**. Conectado a la placa madre del panel de expansión **160** hay un conector de entrada de CA **178** que recibe alimentación desde un origen de alimentación de CA. Alternativamente, la placa madre del panel de expansión **160** puede recibir alimentación desde la placa madre del panel principal **60**. El conector de entrada de CA **178** envía la alimentación recibida a través de un filtro de ruido Echelon **180**, que filtra la alimentación y elimina cualquier ruido indeseado y a un conector de transformador **182** y a un conector de entrada de fuente de alimentación **184**. El conector de entrada de fuente de alimentación **184** permite que se conecten una fuente de alimentación de 12 V CC **164** y una fuente de alimentación de 24 V CC **166** a la placa madre del panel de expansión **160** a través de conectores de CA respectivos **170**, **174**. Cada conector de CA **170**, **174** proporciona a la fuente de alimentación respectiva (por ejemplo, fuente de alimentación de 12 V CC **164** y fuente de alimentación de 24 V CC **166**) alimentación de 120 V CA, que se convierte por la fuente de alimentación **164**, **166** en 12 V CC o 24 V CC, respectivamente. Las salidas de 12 V CC y 24 V CC de las fuentes de alimentación **164**, **166** se conectan a conectores de fuente de alimentación **168**, **172**, respectivos, que, a su vez, se conectan cada uno al conector de salida de fuente de alimentación **186** de la placa madre del panel de expansión **160**. El conector de salida de fuente de alimentación **186** funciona para distribuir la alimentación a diversos componentes de la placa madre del panel de expansión **160**. El conector de entrada de CA **178** proporciona adicionalmente alimentación de CA al conector del transformador **182** para conexión con un transformador de cloración **176** que transforma la alimentación de 120 V CA en 24 V CA. Los 24 V CA se devuelven por el transformador de cloración **176** al conector de transformador **182** para distribución entre diversos componentes de la placa madre del panel de expansión **160**. La fuente de alimentación de 12 V CC **164** y la fuente de alimentación de 24 V CC **1666** se muestran en forma de diagrama como unidades separadas, sin embargo, un experto en la materia entenderá que la fuente de alimentación de 12 V CC **164** y la fuente de alimentación de 24 V CC **1666** pueden proporcionarse como una única unidad de fuente de alimentación que suministre tanto 12 V CC como 24 V CC.

La placa madre del panel de expansión **160** incluye una pluralidad de ranuras de expansión **188a-188n**; de las que se ilustran cuatro por razones de descripción. La pluralidad de ranuras de expansión **188a-188n** recibe alimentación de 12 V CC y alimentación de 24 V CC desde el conector de salida de fuente de alimentación **186** y están en comunicación bidireccional con el bus interno del panel de expansión **189** (por ejemplo, un bus de alta velocidad RS-485) para comunicación con el procesador del panel de expansión **161**. La pluralidad de ranuras de expansión **188a-188n** están también en comunicación con el conector del transformador **182** para permitir a una unidad de clorador conectarse a una cualquiera de las ranuras de expansión **188a-188n**. Cada ranura de expansión **188a-188n** incluye una conexión **190a-190n** respectiva incluyendo cada conexión **190a-190n** una conexión de datos para comunicación con el bus interno **189** y una conexión de alimentación para proporcionar alimentación al dispositivo conectado a la ranura de expansión **188a-188n**. Específicamente, la pluralidad de ranuras de expansión **188a-188n** permiten que se conecte un panel de expansión adicional a cada ranura de expansión **188a-188n**, de modo que puede encadenarse una pluralidad de paneles de expansión conjuntamente y en comunicación con la placa madre del panel principal **6**. Cuando un panel de expansión se conecta a una de la pluralidad de ranuras de expansión **188a-188n**, es esclavo de la placa madre del panel principal **6**. Adicionalmente, dicho panel de expansión está en comunicación bidireccional con la placa madre del panel principal **6**, por ejemplo, recibiendo y enviando datos a través de la conexión **190a-190n**. La capacidad de encadenamiento de diversos paneles de expansión conjuntamente proporciona una mayor diversidad y funcionalidad, dado que pueden añadirse más accesorios según sea necesario.

La placa madre del panel de expansión **160** incluye adicionalmente un enchufe de banco de relés primario **194** y un enchufe de banco de relés secundario **192** cada uno pudiendo recibir uno o más paquetes de relés programables **32**. El enchufe de banco de relés primario **194** y enchufe de banco de relés secundario **192** reciben alimentación de 12 V CC y alimentación de 24 V CC desde el conector de salida de fuente de alimentación **186** y están en comunicación bidireccional con el bus interno **189** para comunicación con el procesador del panel de expansión **161**. La **FIG. 4** ilustra solo dos enchufes de banco de relés **192**, **194** en la placa madre del panel de expansión **160**, sin embargo, debería entenderse que la placa madre del panel de expansión **160** puede incluir una pluralidad de enchufes de banco de relés de modo que pueda conectarse cualquier número deseado de paquetes de relés programables modular **32** a la placa madre del panel de expansión **160**. Cuando se conecta un paquete de relés programables modular **32** al enchufe de banco de relés **192**, **194**, el paquete de relés **32** se implica en un saludo con el procesador del panel de expansión **161** de modo que el procesador del panel de expansión **161** reconozca que se ha conectado al sistema un paquete de relés **32**. La información también se comunica al procesador central **8** de modo que el paquete de relés **32** pueda

programarse automáticamente por el procesador central **8**.

El conector de salida de fuente de alimentación **186** proporciona adicionalmente alimentación de 12 V CC a un limitador de corriente del bus de alta velocidad **200**, a un limitador de corriente del bus de baja velocidad **202**, a un LED de la fuente de alimentación de 12 V CC **204**, a una alimentación de lógica **206** y a un sensor de 12 V CC **208**. Además, el conector de salida de fuente de alimentación **186** también proporciona alimentación de 24 V CC a un controlador de relés **210**, a un LED de fuente de alimentación de 24 V CC **212** y a un sensor de 24 V CC **214**. Los LED de fuente de alimentación de 12 V CC y de 24 V CC **204**, **212** se iluminan cuando se está proporcionando alimentación por la fuente de alimentación de 12 V CC **164** y/o la fuente de alimentación de 24 V CC **166**, respectivamente. Los sensores de 12 V CC y de 24 V CC **208**, **214** detectan, respectivamente, la presencia de la alimentación de 12 V CC o 24 V CC que se está proporcionando por la fuente de alimentación de 12 V CC **164** y la fuente de alimentación de 24 V CC **166**. Además, los sensores de 12 V CC y de 24 V CC **208**, **214** detectan la presencia de alimentación y envían una señal a un convertidor analógico a digital **240** del procesador del panel de expansión **161** con finalidades de supervisión y cálculo. Los otros componentes en comunicación con el conector de salida de fuente de alimentación **186**, por ejemplo, el limitador de corriente del bus de alta velocidad **200**, el limitador de corriente del bus de baja velocidad **202** y la alimentación de lógica **206**, se explicarán con mayor detalle a continuación.

La primera y segunda conexiones de relés simple **216a**, **216b** se proporcionan en la placa madre del panel de expansión **160** para conmutación de un dispositivo conectado, por ejemplo, una bomba. La primera y segunda conexiones de relé simple **110**, **112** se conectan al controlador de relés **210** para recibir alimentación desde el mismo o para operaciones de conmutación. La primera y segunda conexiones de relés simple **216a**, **216b** están también en comunicación directa con el procesador del panel de expansión **161** para proporcionar información al mismo.

Una conexión RS-485 de alta velocidad **218** y una conexión RS-485 de baja velocidad **220** se proporcionan en la placa madre del panel de expansión **160**. La conexión RS-485 de alta velocidad **218** incluye una pluralidad de conectores RS-485 y bloques terminales RS-485 y la conexión RS-485 de baja velocidad **220** incluye una pluralidad de conectores RS-485 y bloques terminales RS-485. La conexión RS-485 de alta velocidad **218** está en comunicación con el bus RS-485 de alta velocidad interno **189**, que está en comunicación adicional con, y proporciona datos a, un primer transceptor RS-485 **222**. La conexión RS-485 de alta velocidad **218** está también en comunicación con el limitador de corriente del bus de alta velocidad **200**, que proporciona a la conexión RS-485 de alta velocidad **218** alimentación de 12 V CC y limita la corriente proporcionada a la conexión RS-485 de alta velocidad **218**. La conexión RS-485 de baja velocidad **220** está en comunicación con, y proporciona datos a, un segundo transceptor RS-485 **224** y está en comunicación adicional con el limitador de corriente del bus de baja velocidad **202**. El limitador de corriente del bus de baja velocidad **202** proporciona a la conexión RS-485 de baja velocidad **220** alimentación de 12 V CC y limita la corriente proporcionada a la conexión RS-485 de baja velocidad **220**. El primer y segundo transceptores RS-485 **222**, **224** reciben respectivamente datos desde el bus RS-485 interno **189** y la conexión RS-485 de baja velocidad **220** y están conectados cada uno a, y en comunicación con, un puerto serie respectivo **230**, **232** del procesador del panel de expansión **161** para proporcionar al procesador del panel de expansión **161** los datos desde el bus RS-485 de alta velocidad interno **189** y la conexión RS-485 de baja velocidad **220**. La conexión RS-485 de alta velocidad **218** y la conexión RS-485 de baja velocidad **220** permiten que diversos componentes, incluyendo dispositivos inteligentes, se conecten a, y estén en comunicación bidireccional con, el procesador del panel de expansión **161**. Los posibles dispositivos para conexión incluyen, pero no se limitan a, calentadores, luces subacuáticas, equipo de cloración, un módem, una estación base de automatización doméstica, un terminal cableado, un equipo de detección química, etc.

La placa madre del panel de expansión **160** incluye adicionalmente una conexión RS-485 externa **226** que incluye una pluralidad de conectores RS-485 para comunicación con la placa madre del panel principal **6**. La conexión RS-485 externa **226** intercambia con un tercer transceptor RS-485 **228**, que se conecta, y está en comunicación con, un puerto serie **234** del procesador del panel de expansión **161** para proporcionar al procesador del panel de expansión **161** datos desde la conexión RS-485 externa **226**.

Adicionalmente, una interfaz del sensor de temperatura de la tarjeta de circuito impreso (PCB) que incluye un sensor de PCB **236** y una unidad de acondicionamiento del sensor **238** se incluyen en la placa madre del panel de expansión **160**. El sensor del PCB **236** proporciona una señal indicativa de la temperatura de la placa madre del panel de expansión **160** a la unidad de acondicionamiento del sensor **238**, que acondiciona la señal y proporciona la señal acondicionada al procesador del panel de expansión **161**. Esta señal puede usarse en diversas operaciones del sistema incluyendo procedimientos de seguridad y precauciones. Por ejemplo, si se determina que la placa madre del panel de expansión **160** está funcionando a una temperatura que es mayor que o menor que un valor de umbral, por ejemplo, la placa madre del panel de expansión **160** está a una temperatura peligrosamente alta o baja, el sistema podría realizar una parada automática, iluminar un LED para avisar a un usuario de la situación, etc.

Podría proporcionarse una EEPROM en la placa madre del panel de expansión **160** y recibir 3,3 V CC desde la alimentación de lógica **206**. La EEPROM está en comunicación bidireccional con una interfaz periférica serie **244** del procesador del panel de expansión **161** y almacena datos indicativos de las operaciones de la placa madre del panel de expansión **160**. El procesador del panel de expansión **161** podría incluir también memoria flash interna **246**, RAM interna **248** y una memoria de parámetros no volátil interna **250**.

Además, la placa madre del panel de expansión **160** podría incluir también una pluralidad de LED indicadores **252** que pueden designar diversas situaciones de operación de la placa madre del panel de expansión **160** u otros dispositivos conectados a la misma. La pluralidad de LED indicadores **252** puede usarse para alertar a un usuario para avisos, surgimiento de situaciones de falta o situaciones de operaciones general, etc.

5 Alternativamente, la placa madre del panel de expansión puede ser idéntica a la placa madre del panel principal **6** explicada anteriormente con relación a la **FIG. 3**. Se hace referencia a la explicación proporcionada anteriormente en conexión con la **FIG. 3**.

10 La **FIG. 5** es un diagrama de bloques que ilustra paquetes de relés modulares **32** de la presente divulgación. Como se explicó anteriormente, los paquetes de relés modulares **32** incluyen cada uno una pluralidad de relés que permiten que se conecten al mismo diversos dispositivos. Los paquetes de relés modulares **32** puede conectarse al panel de control principal **4** y al panel de expansión **54**, de modo que el procesador central **8** del panel de control principal **4** o el procesador del panel de expansión **161** del panel de expansión **54** controle la funcionalidad de cada relé de los paquetes de relés modulares **32**. Los paquetes de relés modulares **32** son intercambiables.

15 Los paquetes de relés modulares **32** incluyen una tarjeta de circuito impreso (PCB) de banco de relés **252** que contiene diversos componentes del paquete de relés modular **32** y proporciona interconectividad entre ellos. La PCB del banco de relés **252** incluye un procesador del banco de relés **254** y conector del banco de relés **256**. El conector del banco de relés **256** permite que los paquetes de relés modulares **32** se conecten con el enchufe del banco de relés **16** del panel de control principal **4** o los enchufes del banco de relés **192, 194** del panel de expansión **54**. El conector de banco de relés **256** no solo proporciona una conexión física sino también una conexión eléctrica con cableado de los enchufes del banco de relés **16, 192, 194** de modo que pueda transmitirse entre ellos datos y alimentación. Además, cuando los paquetes de relés modulares **32** se conectan o bien al panel de control principal **4** o bien al panel de expansión **54**, están en comunicación con el bus RS-485 interno **10, 189** y por ello el procesador central **8** o el procesador de expansión **161**.

20 El conector del banco de relés **256** se conecta a un transceptor RS-485 **258** de la PCB del banco de relés **252**, que interpreta y procesa las señales recibidas en el bus RS-485 para transmisión al procesador del banco de relés **254**. El transceptor RS-485 **258** se conecta a un puerto serie **259** del procesador del banco de relés **254** y está en comunicación eléctrica bidireccional con el procesador del banco de relés **254** través de la conexión de puerto serie **259**. El conector del banco de relés **256** también está en comunicación con, y proporciona alimentación de 12 V CC a, una alimentación de lógica **260** que proporciona 3,3 V CC al transceptor RS-485 **258**, al procesador del banco de relés **254** y a un controlador de relés **262**.

35 El controlador de relés **262** está en conexión eléctrica con un conector de relés **264** del PCB del banco de relés **254**, lo que permite que una pluralidad de relés de alta tensión **56a-56d** se conecten al conector de relés **264**. El controlador de relés **262** se conecta a clavijas del puerto **268** del procesador del banco de relés **254** lo que proporciona instrucciones de conmutación al controlador de relés **262**. El controlador de relés **262** proporciona las instrucciones de conmutación recibidas desde el procesador del banco de relés **254** a cada uno de los relés de alta tensión **56a-56d**. Pueden conectarse diversos dispositivos a los relés de alta tensión **56a-56d** y controlarse mediante procesadores del banco de relés **254**, tales como bombas, calentadores, unidades de dispensado de pH, etc. Los relés de alta tensión **56a-56d** pueden disponerse en una línea recta o con una orientación cúbica sobre el paquete de relés **32**. Además, es posible cambiar un relé individual **56a-56d** del paquete de relés **32** en el campo, lo que puede hacerse eliminando el paquete de relés **32** del enchufe de banco de relés **16**, cambiando el relé **56a-56d** e insertando el paquete de relés **32** de vuelta al enchufe de banco de relés **16**. Cada paquete de relés **32** incluye un orificio en la cubierta superior que permite a un técnico ensayar las conexiones de bobina de cada relé **56a-56d** dentro del paquete de relés totalmente montado **32**.

40 El procesador del banco de relés **154** podría incluir también segundas clavijas de puerto **270**, memoria flash interna **272**, memoria de parámetros no volátil interna **274** y RAM interna **276**. Puede conectarse un LED **278** a los segundos terminales del puerto **270**. El LED **278** puede indicar diversas situaciones de operación del paquete de relés modular **32**, dispositivos conectados al mismo y/o usados para alertar a un usuario sobre avisos, surgimiento de situaciones de falta, situaciones de operación en general, etc.

55 Como se explicó anteriormente, cada paquete de relés modular **32** es un dispositivo inteligente que puede entrar en un saludo automático con el procesador del PCB al que se conecta, por ejemplo, el procesador central **8** de la placa madre del panel principal **6** o el procesador del panel de expansión **161** de la placa madre del panel de expansión **160**. Como resultado, el procesador central **8** puede identificar inmediatamente las características de cada relé de los paquetes de relés **32** y permitir a un usuario programar cada relé para un dispositivo particular. Esta funcionalidad permite a todos los paquetes de relés **32** ser del tipo "enchufar y listo".

60 Cada uno de los componentes inteligentes, por ejemplo, dispositivos conectados a los relés de los paquetes de relés modulares **32**, el panel principal **4** o el panel de expansión **54** o los paquetes de relés modulares en sí mismos **32**, pueden incluir firmware actualizable en campo. Es decir, el sistema de control **2** permite que un nuevo firmware para cualquier componente inteligente sea subido al procesador central **8** a través de un lápiz de memoria USB insertado

dentro del puerto USB, generalmente por un técnico de campo o descargado en el procesador central **8** desde Internet. El procesador central **8** es capaz de obtener las revisiones de firmware o actualizaciones para cualquier componente inteligente y es capaz de implementar una transferencia de archivos para trasladar el nuevo firmware al componente inteligente apropiado. Cada componente inteligente puede incluir memoria suficiente para almacenar dos imágenes de firmware completas y un cargador capaz de activar la última imagen de firmware. En el caso de que la imagen de firmware actualizada esté corrompida o defectuosa de cualquier manera el cargador activará la imagen de firmware primaria. Además, cada componente inteligente supervisará constantemente el flujo de comunicaciones desde el procesador central **8**. Si se detecta en algún momento pérdida de comunicación por un componente inteligente entrará en un estado seguro conocido en donde todo lo controlado por el componente se apagará. El componente inteligente volverá a la operación activa cuando reciba un comando desde el procesador central **8**. El procesador central **8** es capaz también de reponer todos los componentes inteligentes conectados, tanto individualmente, en grupos multiemisión o todos a la vez a través de una difusión.

La **FIG. 6** es un diagrama de bloques que ilustra componentes del terminal local **28**. Como se explicó anteriormente, el panel de control principal **4** incluye un terminal local **28** para permitir la interacción del usuario con el sistema y la programación de los paquetes de relés modulares **32**. El terminal local **28** incluye un procesador del sistema maestro (MSP) del terminal local **30**, que es una unidad de microprocesador. El MSP **30** incluye una unidad de procesamiento central (CPU) **284**, una memoria caché **286**, una memoria solo de lectura (ROM) de arranque **288**, memoria de acceso aleatorio estática (SRAM) **290**, fusibles programables una vez **292** y un detector de temperatura en chip y unidad de protección térmica **294**. El MSP **30** incluye adicionalmente un módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos (PWM GPIO) de propósito general **296**, un segundo módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos de propósito general **298**, un tercer módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos de propósito general **300**, y un cuarto módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos de propósito general **302**. Los PWM GPIO **296**, **298**, **300**, **302** permiten que varios dispositivos se conecten a los mismos y proporcionan ya sea una señal PWM o ya sea una salida de propósito general a los dispositivos conectados al mismo. Por ejemplo, un zumbador piezoeléctrico **304**, indicadores LED **306**, **308** y un controlador de retroiluminación LED **360** pueden conectarse a los PWM GPIO **296**, **298**, **300**, **302** y recibir señales de los mismos.

El MSP **30** incluye también un puerto receptor/transmisor asíncrono universal (UART) de depuración **310** y un grupo de acción de ensayo conjunto (JTAG) y puerto de depuración **312**. La UART de depuración **310** se conecta a través de una conexión serie de depuración **314** que permite que un dispositivo de depuración se conecte al mismo. El JTAG y el puerto de depuración **312** se conectan con un conector de JTAG y de depuración **316** que permite a un dispositivo de depuración conectarse al mismo. Se incluye un convertidor analógico a digital de baja tasa (LRADC) **318** en el MSP **30**, al que se fija un diodo detector de temperatura **320**. El diodo detector de temperatura **320** es un detector analógico que detecta la temperatura del terminal local **28** y transmite la temperatura detectada al LRADC **318**. Además, se proporciona un circuito inter-integrado (I2C) **322** en el MSP **30**. Se conecta un reloj en tiempo real (RTC) **324** al I2C **322**. El RTC **324** es un reloj de ordenador que mantiene el seguimiento de la hora. Se conecta un condensador de reserva **326** al RTC **324** como un origen de alimentación alternativo para el RTC **324** de modo que el RTC **324** puede hacer seguimiento de la hora cuando el terminal local **28** está apagado.

Se incluyen una primera UART **328** y una segunda UART **330** en el MSP **30** y se conectan, respectivamente, a un puerto de alta velocidad de transceptor RS-485 **332** y a un puerto de baja velocidad de transceptor RS-485 **334**. El puerto de alta velocidad del transceptor RS-485 **332** y el puerto de baja velocidad de transceptor RS-485 **334** se conectan a un conector de la placa madre **336**. El conector de la placa madre **336** se conecta con una fuente de alimentación conmutada (SMPS) de 5 V **338** que se conecta al MSP **30**. El conector de la placa madre **336** y componentes asociados que conectan el conector de la placa madre **336** al MSP **30**, permiten que el terminal local **28** se conecte a la placa madre del panel principal **6**. Específicamente, el conector de la placa madre **336** se conecta en general al conector del terminal local **18**. Esta conexión, por ejemplo, el conector de la placa madre **336** acoplado con el conector del terminal local **18**, permiten que el MSP **30** reciba datos y comandos desde el MPP **8** por medio del puerto de alta velocidad del transceptor RS-485 **332** y el puerto de baja velocidad del transceptor RS-485 **334** y alimentación por medio de la SMPS **338**. La SMPS **338** transfiere alimentación proporcionada por el MPP **6** al MSP **30** y componentes asociados. Con este fin, el MSP **30** incluye también un módulo de control de alimentación y reposición **340** y un cargador de batería **342**. El módulo de control de alimentación y reposición **340** gestiona la alimentación del MSP **28** y permite que se reponga la alimentación.

El MSP **30** también incluye un sistema de bucle de enclavamiento de fase (PLLS) y generador de reloj **344** conectados con un reloj en tiempo real y un temporizador guardián **346**. Un oscilador de cristal a 24 MHz **348** y un oscilador de cristal a 32 kHz **350** se conectan al PLLS y generador de reloj **344**. El PLLS y generador de reloj **344** generan una señal de reloj desde el oscilador de cristal a 24 MHz **348** y el oscilador de cristal a 32 kHz **350**. El MSP **30** incluye un convertidor CC-CC de 3 canales y un regulador de baja pérdida de 5 canales **352**.

Se incluyen una interfaz táctil de convertidor analógico a digital (I/F táctil ADC) **354** y una interfaz de visualización RGB 8:8:8 **356** en el MSP **30** y se conectan a un conector de LCD **358**. El cuarto PWM GPIO **302** se conecta con un controlador de retroiluminación LED **360** que, a su vez, se conecta con el conector de LCD **358**. Este subsistema que conecta el conector de LCD **358** al MSP **30** proporciona la interfaz apropiada y rutas de comunicación para que un LCD de pantalla táctil se conecte al conector LCD, de modo que el MSP **30** pueda controlar la visualización de un LCD

conectado al conector de LCD **358**. El MSP **30** también incluye una línea de píxeles **362** que procesa la información de píxeles de un LCD conectado al conector de LCD **358**. Como se ha mencionado, una pantalla LCD podría incluir funcionalidad de pantalla táctil que proporciona entradas al MSP **30** y al MPP **8** y permite al usuario realizar diversas elecciones en el terminal local **28** e introducir diversos parámetros dentro del terminal local **28**.

El MSP **30** incluye un puerto USB huésped y físico **364** y un dispositivo/puerto huésped y físico USB **366**, que se conectan a un interruptor de alimentación y limitador de corriente **368** y un conector huésped USB **370**. El interruptor de alimentación y limitador de corriente **368** se conecta con el conector huésped de USB **370** y distribuye la alimentación y corriente apropiadas para el conector huésped USB **370**.

El MSP también incluye un controlador de acceso al medio (MAC) Ethernet **372**, un primer puerto serie síncrono **374**, un segundo puerto serie síncrono **376**, un tercer puerto serie síncrono **378** y una interfaz de memoria externa **380**. El MAC Ethernet **372** se conecta con una capa física Ethernet **382** que se conecta con un conector Ethernet **384**. El conector Ethernet **384** permite que se conecte un cable Ethernet al mismo, mientras que la capa física Ethernet **382** codifica y decodifica los datos que se reciben. Una memoria solo de lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM) en serie **386** se conecta con el primer puerto serie síncrono **374** y es una memoria no volátil que se usa para almacenar datos cuando la alimentación al terminal local **28** se retira. Una memoria flash serie **388**, que puede ser una memoria flash NOR serie, puede conectarse al segundo puerto serie síncrono **376** para proporcionar capacidades de almacenamiento de memoria. Un enchufe de tarjeta microSD **390** puede conectarse al tercer puerto serie síncrono **378** y proporciona capacidades de memoria de almacenamiento externo. Una memoria de acceso aleatorio dinámico (DRAM) **392** podría conectarse con la interfaz de memoria externa **380** para proporcionar capacidades de almacenamiento de memoria adicionales.

La **FIG. 7** es un diagrama de bloques que ilustra una tarjeta de circuito impreso (PCB) de terminal cableado **400**. El terminal cableado incluye la PCB del terminal cableado **400** que contiene un procesador de terminal **402**, que es una unidad de microprocesador. El procesador de terminal **402** incluye una unidad de procesamiento central (CPU) **404**, una memoria caché **406**, una memoria solo de lectura (ROM) de arranque **408**, memoria de acceso aleatorio estática (SRAM) **410**, fusibles programables una vez **412** y un detector de temperatura en chip y unidad de protección térmica **414**. El procesador del terminal **402** incluye adicionalmente un primer módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos (PWM GPIO) de propósito general **416**, un segundo módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos de propósito general **418**, un tercer módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos de propósito general **420**, y un cuarto módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos de propósito general **422**. Los PWM GPIO **416**, **418**, **420**, **422** permiten que varios dispositivos se conecten a los mismos y proporcionan ya sea una señal PWM o ya sea una salida de propósito general a los dispositivos conectados al mismo. Por ejemplo, un zumbador piezoeléctrico **424**, indicadores LED **426**, **428** y un controlador de retroiluminación LED **472** pueden conectarse a los PWM GPIO **416**, **418**, **420**, **422** y recibir una señal de los mismos.

El procesador del terminal **402** incluye también un puerto receptor/transmisor asíncrono universal (UART) de depuración **430** y un grupo de acción de ensayo conjunto (JTAG) y puerto de depuración **432**. La UART de depuración **430** se conecta a una conexión serie de depuración **434** que permite que un dispositivo de depuración se conecte al mismo. El JTAG y el puerto de depuración **432** se conectan con un conector de JTAG y de depuración **436** que permite a un dispositivo de depuración conectarse al mismo. Se incluye un convertidor analógico a digital de baja tasa (LRADC) **438** en el procesador del terminal **402**, al que se fija un diodo detector de temperatura **440**. El diodo detector de temperatura **440** es un detector analógico que detecta la temperatura de la PCB del terminal cableado **28** y transmite la temperatura detectada al LRADC **438**. Además, se proporciona un circuito inter-integrado (I2C) **442** en el procesador del terminal **402**.

Se incluyen una primera UART **444** y una segunda UART **446** en el procesador del terminal **402**. La primera UART **444** se conecta con un puerto de alta velocidad de transeceptor RS-485 **448**. El puerto de alta velocidad de transeceptor RS-485 **448** se conecta a un conector RS-485 **450**. El conector RS-485 **450** se conecta con una fuente de alimentación conmutada (SMPS) de 5 V **452**. El conector RS-485 **450** y componentes asociados que conectan el conector RS-485 **450** al procesador del terminal **402**, permiten que la PCB del terminal cableado **28** se conecte a la placa madre del panel principal **6**. Específicamente, el conector RS-485 **450** se conecta en general al conector del bus RS-485 de alta velocidad externo **14** mediante un hilo. Esta conexión, por ejemplo, el conector RS-485 **450** acoplado con el conector del bus RS-485 externo **14**, permiten que el terminal del procesador **402** reciba datos y comandos desde el MPP **8** por medio del puerto de alta velocidad del transeceptor RS-485 **448** y alimentación por medio de la SMPS **338**. La SMPS **338** proporciona alimentación desde el MPP **6** al procesador del terminal **402** y componentes asociados. Con este fin, el procesador del terminal **402** incluye también un módulo de control de alimentación y reposición **454** y un cargador de batería **456**. El módulo de control de alimentación y reposición **454** gestiona la alimentación del procesador del terminal **402** y permite que se reponga la alimentación.

El procesador del terminal **402** también incluye un sistema de bucle de enclavamiento de fase (PLLs) y generador de reloj **458** conectados con un reloj en tiempo real y un temporizador guardián **460**. Se conecta un oscilador de cristal a 24 MHz **462** al PLLs y generador de reloj **458**. El PLLs y generador de reloj **458** generan una señal de reloj a partir del oscilador de cristal a 24 MHz **462**. El procesador del terminal **402** incluye un convertidor CC-CC de 3 canales y un regulador de baja pérdida de 5 canales **464**.

Se incluyen una interfaz táctil de convertidor analógico a digital (I/F táctil ADC) **466** y una interfaz de visualización RGB 8:8:8 **468** en el procesador del terminal **402** y se conectan a un conector de LCD **470**. El cuarto PWM GPIO **422** se conecta con un controlador de retroiluminación LED **472** que se conecta con el conector de LCD **470**. Este subsistema que conecta el conector de LCD **470** al procesador del terminal **402** proporciona la interfaz apropiada y rutas de comunicación para que un LCD de pantalla táctil se conecte al conector LCD, de modo que el procesador del terminal **402** pueda controlar la visualización de un LCD conectado al conector de LCD **470**. El procesador del terminal **402** también incluye una línea de píxeles **474** que procesa la información de píxeles de un LCD conectado al conector de LCD **470**. Como se ha mencionado, una pantalla LCD podría incluir la funcionalidad de pantalla táctil que proporciona entradas para el procesador del terminal **402**, el MSP **30** y el MPP **8** y permite al usuario realizar diversas selecciones sobre el terminal cableado e introducir diversos parámetros dentro del terminal cableado. El procesador del terminal **402** incluye un puerto USB huésped y físico **476** y un dispositivo/puerto huésped y físico USB **478**. El procesador del terminal **402** se posiciona dentro de la unidad de control remoto portátil **58a**, **58b**, que podría localizarse externamente a, y/o remotamente respecto a, el panel principal **4**.

El procesador del terminal **402** también incluye un controlador de acceso al medio (MAC) Ethernet **480**, un primer puerto serie síncrono **482**, un segundo puerto serie síncrono **484**, un tercer puerto serie síncrono **486** y una interfaz de memoria externa **488**. Una memoria solo de lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM) en serie **490** se conecta con el primer puerto serie síncrono **482** y es una memoria no volátil que se usa para almacenar datos cuando la alimentación al terminal portátil se retira. Una memoria flash serie **492**, que puede ser una memoria flash NOR serie, puede conectarse al segundo puerto serie síncrono **484** para proporcionar capacidades de almacenamiento de memoria. Un enchufe de tarjeta microSD **494** puede conectarse al tercer puerto serie síncrono **486** y proporciona capacidades de memoria de almacenamiento externo. Una memoria de acceso aleatorio dinámico (DRAM) **496** podría conectarse con la interfaz de memoria externa **488** para proporcionar capacidades de almacenamiento de memoria adicionales.

La **FIG. 8A** es un diagrama de bloques que ilustra componentes eléctricos de un terminal inalámbrico opcional **58a** de la presente divulgación que incluye un módulo de radio. El terminal inalámbrico **58a** proporciona la funcionalidad idéntica a la proporcionada por el terminal cableado, por ejemplo, permitiendo a un usuario interactuar con el sistema y programar los paquetes de relés modulares **32**. El terminal inalámbrico **58a** incluye la PCB del terminal inalámbrico **500** que contiene un procesador de terminal **502**, que es una unidad de microprocesador. El procesador de terminal **502** incluye una unidad de procesamiento central (CPU) **504**, una memoria caché **506**, una memoria solo de lectura (ROM) de arranque **508**, memoria de acceso aleatorio estática (SRAM) **510**, fusibles programables una vez **512** y un detector de temperatura en chip y unidad de protección térmica **514**. El procesador del terminal **502** incluye adicionalmente un primer módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos (PWM GPIO) de propósito general **516**, un segundo módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos de propósito general **518**, un tercer módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos de propósito general **520**, y un cuarto módulo de entrada/salida de modulación de ancho de pulsos de propósito general **522**. Los PWM GPIO **516**, **518**, **520**, **522** permiten que varios dispositivos se conecten a los mismos y proporcionan ya sea una señal PWM o ya sea una salida de propósito general a los dispositivos conectados al mismo. Por ejemplo, un zumbador piezoeléctrico **524**, indicadores LED **526**, **528** y un controlador de retroiluminación LED **588** pueden conectarse a los PWM GPIO **516**, **518**, **520**, **522** y recibir señales de los mismos.

El procesador del terminal **502** incluye también un puerto receptor/transmisor asíncrono universal (UART) de depuración **530** y un grupo de acción de ensayo conjunto (JTAG) y puerto de depuración **432**. La UART de depuración **530** se conecta a una conexión serie de depuración **534** que permite que un dispositivo de depuración se conecte al mismo. El JTAG y el puerto de depuración **532** se conectan con un conector de JTAG y de depuración **536** que permite a un dispositivo de depuración conectarse al mismo. Se incluye un convertidor analógico a digital de baja tasa (LRADC) **538** en el procesador del terminal **502**, al que se fija un conector de batería **440** y se explica con mayor detalle a continuación. Además, se proporciona un circuito interno integrado (I2C) **542** en el procesador del terminal **502** y se conecta con un indicador de carga de batería **544**. El indicador de carga de batería **544** proporciona una representación gráfica de la alimentación de la batería restante para el terminal inalámbrico **58a**.

Se incluyen una primera UART **546** y una segunda UART **548** en el procesador del terminal **502**. La segunda UART **548** se conecta con un conector de radio **550**. El conector de radio **550** permite que se conecte un módulo de radio a la PCB del terminal inalámbrico **500**. Esta conexión permite que el terminal inalámbrico **58a** comunique de modo inalámbrico con la placa madre del panel principal **6**. Específicamente, un módulo de radio de terceros acoplado con el conector de radio **550** permite que el procesador del terminal inalámbrico **504** reciba datos y comandos desde, y envíe datos a, el MPP **8** cuando una estación base de radiofrecuencia se acopla con el conector de bus RS-485 externo **14** del panel principal **12**. Por lo tanto, el procesador del terminal **502** puede recibir datos y comandos desde el MPP **8** y el MSP **30** por medio de comunicación de radiofrecuencia. La PCB del terminal inalámbrico **500** incluye un conector de batería **552** que puede tener una batería **554** fijado al mismo. La batería **554** puede ser una batería de polímero de litio recargable y/o puede ser extraíble. El conector de batería **552** se conecta con un conector de alimentación de batería **556** y un interruptor de alimentación **558**. El conector de alimentación de batería **556** se conecta con un cargador de batería **560** en el procesador del terminal **502**. El interruptor de alimentación **558** determina cuándo ha de proporcionarse alimentación a una bomba de carga **562**, que proporciona alimentación al conector de

radio **550**. Se incluyen contactos de carga **564** en la PCB del terminal inalámbrico **500** y están en comunicación con un circuito de desconexión de contactos **566** y un temporizador de reposición **568**. El circuito de desconexión de contactos **566** está en comunicación con el interruptor de alimentación **558**, y el circuito de desconexión **566** podría actuarse para desconectar los contactos del cargador **564**. El temporizador de reposición **568** se conecta con un módulo de control de alimentación y reposición **570** que gestiona la alimentación al procesador del terminal **502** y permite que se reponga la alimentación.

El procesador del terminal **502** también incluye un sistema de bucle de enclavamiento de fase (PLLS) y generador de reloj **572** conectados con un reloj en tiempo real y un temporizador guardián **574**. Un oscilador de cristal a 24 MHz **576** y un oscilador de cristal a 32 kHz **578** se conectan al PLLS y generador de reloj **572**. El PLLS y generador de reloj **572** generan una señal de reloj desde el oscilador de cristal a 24 MHz **576** y el oscilador de cristal a 32 kHz **578**. El procesador del terminal **502** incluye un convertidor CC-CC de 3 canales y un regulador de baja pérdida de 5 canales **580**.

Se incluyen una interfaz táctil de convertidor analógico a digital (I/F táctil ADC) **582** y una interfaz de visualización RGB 8:8:8 **584** en el procesador del terminal **502** y se conectan a un conector de LCD **586**. El cuarto PWM GPIO **522** se conecta con un controlador de retroiluminación LED **588** que se conecta con el conector de LCD **586**. Este subsistema que conecta el conector de LCD **586** al procesador del terminal **502** proporciona la interfaz apropiada y rutas de comunicación para que un LCD de pantalla táctil se conecte al conector LCD, de modo que el procesador del terminal **502** pueda controlar la visualización de un LCD conectado al conector de LCD **586**. El procesador del terminal **502** también incluye una línea de píxeles **590** que procesa la información de píxeles de un LCD conectado al conector de LCD **586**. Como se ha mencionado, una pantalla LCD podría incluir la funcionalidad de pantalla táctil que proporciona entradas para el procesador del terminal **502**, el MSP **30** y el MPP **8** y permite al usuario realizar diversas selecciones sobre el terminal inalámbrico **58a** e introducir diversos parámetros dentro del terminal inalámbrico **58a**. El procesador del terminal **502** incluye un puerto USB huésped y físico **592** y un dispositivo/puerto huésped y físico USB **594**.

El procesador del terminal **502** también incluye un controlador de acceso al medio (MAC) Ethernet **596**, un primer puerto serie síncrono **598**, un segundo puerto serie síncrono **600**, un tercer puerto serie síncrono **602** y una interfaz de memoria externa **604**. Una memoria solo de lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM) en serie **606** se conecta con el primer puerto serie síncrono **598** y es una memoria no volátil que se usa para almacenar datos cuando la alimentación al terminal portátil se retira. Una flash serie **608**, que puede ser una flash NOR serie, puede conectarse al segundo puerto serie síncrono **600** para proporcionar capacidades de almacenamiento de memoria. Un enchufe de tarjeta microSD **610** puede conectarse al tercer puerto serie síncrono **602** y proporciona capacidades de memoria de almacenamiento externo. Una memoria de acceso aleatorio dinámico (DRAM) **612** podría conectarse con la interfaz de memoria externa **604** para proporcionar capacidades de almacenamiento de memoria adicionales.

La **FIG. 8B** es un diagrama de bloques que muestra componentes eléctricos de un terminal inalámbrico opcional **58b** de la presente divulgación que incluye un módulo de radio Wi-Fi (802.11) **616**. El terminal inalámbrico **58b** de la **FIG. 8B** es sustancialmente similar al terminal inalámbrico **58a** de la **FIG. 8A**, pero se proporciona una radio Wi-Fi, como se explica a continuación. En este sentido, solo se explicarán las diferencias entre el terminal inalámbrico **58b** de la **FIG. 8B** y el terminal inalámbrico **58a** de la **FIG. 8A**. Componentes similares que se han explicado previamente en conexión con la **FIG. 8A** no se repetirán, sino que en su lugar, se hace referencia a la **FIG. 8A** para explicación de estos componentes similares que se etiquetan con números de elementos iguales.

El procesador del terminal **502** del terminal inalámbrico **58b** incluye un bus de interfaz periférica serie (IPS) **614**. El bus IPS **614** se conecta con el módulo de radio **616**, lo que podría cumplir con las normas IEEE 802.11b, 802.11g y/o 802.11n. La radio **616** permite que el terminal inalámbrico **58a** comunique de modo inalámbrico con la placa madre del panel principal **6**, de modo que el procesador del terminal inalámbrico **504** pueda recibir datos y comandos desde, y enviar datos a, el MPP **8** cuando una estación base de radiofrecuencia se acopla con el conector de bus RS-485 externo **14** del panel principal **12**. Por lo tanto, el procesador del terminal **502** puede recibir datos y comandos desde el MPP **8** y el MSP **30** por medio de comunicación de radiofrecuencia. La PCB del terminal inalámbrico **550** incluye un conector de batería **552** que puede tener una batería **554** fijado al mismo. La batería **554** puede ser una batería de polímero de litio recargable y/o puede ser extraíble. El conector de batería **552** se conecta con una conexión de alimentación de batería **556** y un multiplexor de alimentación **618**. La conexión de alimentación de batería **556** se conecta con un cargador de batería **560** en el procesador del terminal **502**. El multiplexor de alimentación **618** determina qué origen de alimentación debería utilizarse para alimentar la radio **616**, por ejemplo, la batería **55** o una fuente de alimentación conectada a los contactos del cargador **564**. El multiplexor de alimentación **618** proporciona alimentación al convertidor de fuente de alimentación elevador/reductor **620**, que dirige la alimentación a la radio **616**. El procesador del terminal **502** incluye una reposición **622** que se conecta a un interruptor reed magnético **624**.

La **FIG. 9** es un diagrama de bloques de un módulo de expansión de entrada/salida (E/S) **626** de la presente divulgación. El módulo de expansión de E/S **626** es un módulo de expansión de muestra que puede utilizarse con el sistema. Los módulos de expansión se instalan típicamente para actualizar la funcionalidad global del sistema de control **2**. En este sentido, los módulos de expansión pueden contener funcionalidad que complementa la funcionalidad del panel de control principal **4**. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el módulo de expansión de E/S **626** puede proporcionar una interfaz entre dispositivos heredados y el sistema de control **2**, dispositivos de fabricantes terceros y

el sistema de control **2**, cubierta de piscina automática y el sistema de control **2**, estaciones meteorológicas y el sistema de control **2**, etc. El módulo de expansión de E/S **626** podría proporcionar también expansión del bus de comunicación. El módulo de expansión de E/S **626** incluye una PCB de E/S **382** que contiene un procesador de componentes inteligentes **628**. La PCB de E/S **627** incluye un transceptor RS-485 **630** que se conecta a un puerto serie **644** del procesador de componentes inteligentes **629**. El transceptor RS-486 **630** recibe 3,3 V CC desde la alimentación de lógica **632** y está en comunicación bidireccional con el procesador de componentes inteligentes **628** y un conector de bus **634**. El conector de bus **634** permite que la PCB de E/S **627** se conecte a la ranura de expansión **20** de la placa madre del panel principal **6** o a una de las ranuras de expansión **188a-188n** de la placa madre del panel de expansión **160**, de modo que el conector del bus **634** esté en comunicación eléctrica con los hilos **190a-190n** del mismo. El conector del bus **634** proporciona la alimentación de lógica **632** con 12 V CC, a un controlador de relés **636** con 24 V CC y a relés de actuadores de la interfaz de actuador **640** con 24 V CA. El módulo de expansión de E/S **626** puede incluir soportes plásticos o guías que faciliten la conexión con una ranura de expansión **20**, **188a-188n**. Por lo general, los módulos de expansión, por ejemplo, módulo de expansión de E/S **626**, se conectarán a una única ranura de expansión **20**, **188a-188n**, sin embargo, se contempla que módulos de expansión particulares puedan ser de mayor tamaño y/o puedan requerir cableado adicional y, como tales, puedan ser módulos de expansión de doble ancho. Estos módulos de expansión de doble ancho pueden conectarse a dos ranuras de expansión **20**, **188a-188n** en algunos casos o simplemente ser más grandes de modo que puedan ocupar el espacio de múltiples ranuras de expansión **20**, **188a-188n**, pero conectarse solamente a una ranura de expansión **20**, **188a-188n**.

El controlador de relés **636** recibe 24 V CC desde el conector del bus **634** y 3,3 V CC desde la alimentación de lógica **632**. El controlador de relés **636** se conecta a una pluralidad de unidades de relés **638** y a la interfaz de actuador **640**. Cada unidad de relés **638** incluye un conector de relés de baja potencia y un relé de baja potencia. Las unidades de relés **638** permiten que se conecten diversos dispositivos de baja potencia al conector de relés de baja potencia de modo que la unidad de relés **638** conmute la operación del dispositivo conectado, por ejemplo, un calentador. La interfaz de actuadores **640** incluye una pluralidad de conectores de actuador y relés de actuador, por ejemplo, para la operación de válvulas, los relés de actuador reciben 24 V CA desde el conector del bus **634**. La interfaz de actuador **640** permite que se conecten diversos tipos de actuadores a cada conector de actuador y se controlen por el procesador de componentes inteligentes **628**. Por ejemplo, el actuador puede ser un actuador de válvula. El controlador de relés **636** está en comunicación con una interfaz periférica serie **648** del procesador de componentes inteligentes **628**.

La PCB de E/S **627** incluye también la interfaz de sensores **642** que incluye el menos un conector de sensores, que pueden ser conectores de sensores de 2 hilos, 8 hilos (como se muestra en la **FIG. 9**), 10 hilos o 12 hilos, que reciben la entrada desde una entrada de sensor. Cada conector de sensor se conecta a una unidad de acondicionamiento de sensores que proporciona acondicionamiento de la señal del sensor, por ejemplo, amplificación y corrección de error, previamente a transmitir la señal a un convertidor analógico a digital multicanal **646** del procesador de componentes inteligentes **628**. Además, la PCB de E/S **627** podría incluir también un LED indicador **650** que puede indicar diversas situaciones de estado/operación de la PCB de E/S **627** o los dispositivos conectados a la misma. El indicador de LED **650** puede usarse para alertar a un usuario para avisos, aparición de situaciones de falta o situaciones de operaciones general, etc. Además, el procesador de componentes inteligentes **628** podría incluir una memoria de parámetros no volátil, memoria flash interna y RAM interna. El módulo de expansión de E/S **626** permite que el número de actuadores, relés y sensores conectados al panel de control principal **4** se expanda. Específicamente, el módulo de expansión de E/S **626** puede conectarse al panel de control principal **4**, añadiendo así actuadores adicionales, relés, sensores y otras capacidades.

El módulo de expansión de E/S **626** puede utilizar los relés asignables **638**, relés de actuador **640** y los sensores **642**, para determinar y efectuar un recambio del agua de piscina apropiado. Por ejemplo, el sistema de control **2** puede calcular, por ejemplo, a partir de los metros cúbicos o dimensiones de piscina, un número deseado de cambios de agua y controlar a continuación las bombas y válvulas conectadas a cualquiera de los relés **638** o relés de actuador **640** para suministrar las renovaciones de agua deseadas con el coste de energía/consumo de potencia más bajo. Adicionalmente, el sistema de control **2** puede utilizar la entrada del usuario o descargas de Internet para determinar tasas de alimentación variable y determinar si es más barato renovar el agua durante la noche. Además, el módulo de expansión de E/S **626** puede incluir una funcionalidad de red inteligente en la que si la compañía eléctrica en el lado de la demanda puede detener el filtrado en un periodo de pico de demanda, el usuario recibirá una alarma ante la situación.

Los módulos de expansión no están limitados a solamente el módulo de expansión de E/S **626**, sino que en su lugar, podría ser un módulo de expansión de clorador que permita una expansión adicional de las capacidades de cloración del sistema de control **2**. Por ejemplo, el módulo de expansión de clorador puede permitir que se añada al sistema un clorador adicional ("T-cell"). Alternativamente, el módulo de expansión puede ser un módulo de gestión de la energía que incluye un algoritmo para operar los dispositivos conectados en un "modo verde" para optimizar múltiples recursos de energía o fuentes de calor basándose en la detección ambiental, previsiones de Internet, con magnitud y dirección, tasas eléctricas o de gas recuperadas de Internet, entradas del usuario, temperaturas objetivo, etc. El módulo de gestión de la energía puede determinar velocidades de bomba para minimizar los costes de bombeo, pero mantener la funcionalidad apropiada, detener automáticamente dispositivos cuando no se usen o determinar una alerta de factura energética por uso excesivo de calentadores u otras funcionalidades. En este sentido, el módulo de gestión de

la energía puede supervisar o calcular el consumo eléctrico de diversos dispositivos conectados basándose en el consumo conocido y tiempo de marcha y puede proporcionar la energía en tiempo real y uso periódico/histórico de los dispositivos. Alternativamente, el módulo de gestión de la energía puede detectar el cableado principal y determinar los cálculos de carga reales a partir de ellos. A partir de esto el módulo de gestión de la energía podría aprender sobre la carga de relés individuales basándose en procedimientos de calibración o calibración continua. Además, el módulo de gestión de la energía puede usarse para una eficiencia de filtrado incrementada considerando los requisitos de cloración, metros cúbicos del agua de la piscina y horas introducidas y calcular la tasa de renovación a la velocidad más baja posible para conseguir la tasa de renovación. Adicionalmente, el módulo de gestión de la energía puede enviar avisos de cubrir la piscina al propietario de la piscina, parar una funcionalidad del agua con elevado viento, seleccionar un mejor espumador a utilizar o conectar un limpiador en un momento de eficiencia de coste. Los módulos de expansión también pueden ser un módulo de expansión SVRS en el que una bomba no SVRS es renovada con un accesorio SVRS y el módulo de expansión SVRS opera el accesorio SVRS.

Adicionalmente, el módulo de expansión puede ser un módulo de auto-llenado que funcione para mantener la piscina o hidromasaje lleno automáticamente e impide que la piscina o hidromasaje se desborden y cualquier daño de la cubierta resultante. El módulo de auto-llenado puede incluir un sensor de nivel de agua y una válvula de alimentación de agua añadida, de modo que el módulo de auto-llenado controle la válvula basándose en el sensor de nivel de agua y umbrales de nivel de agua superior e inferior predeterminados. Además, el módulo de auto-llenado puede conectarse a una alarma que notifique al usuario, por ejemplo, a través de una alarma local, inalámbrica remota, aplicación de móvil, etc., cuando se detecte un desbordamiento o fuga de la piscina. En este sentido, el módulo de auto-llenado puede incluir una supervisión de tendencia que puede mostrar las tendencias de uso del agua a lo largo del tiempo, que pueden demostrar que existe una fuga, por ejemplo, el módulo de auto-llenado está bombeando agua más frecuentemente de lo que tendría lugar normalmente debido a pérdidas de agua por evaporación, etc.

En otra realización, el módulo de expansión puede ser un módulo de sincronización musical que sincronice las luces asociadas, con un canal de audio. Adicionalmente, la piscina o las luces pueden incluir un micrófono conectado al módulo de sincronización musical que permita que las luces sean sensibles a una actividad del nadador en el agua. Además, el módulo de expansión puede ser un módulo de animación de funcionalidades del agua que pueda conectarse con válvulas solenoides de actuación rápida que pueden usarse para accionar una fuente, chorro de agua u otra funcionalidad de agua. El módulo de animación de la funcionalidad de agua incluye software que es capaz de secuenciar la apertura y cierre, así como volumen y velocidad, de los solenoides basándose en un programa. Este puede ser un programa definido por el usuario o puede ser sensible a, o sincronizado con, un espectáculo de luces y/o sonidos.

En aún otra realización, el módulo de expansión puede ser un módulo de gestión del limpiador robótico que permita a un limpiador robótico ser controlado por el sistema de control 2.

La **FIG. 10** es un diagrama de bloques de un módulo de detección química **700** de la presente divulgación. El módulo de detección química **700** puede supervisar/detectar niveles de cloro y pH de la piscina/hidromasaje y puede ajustar la alimentación química. El módulo de detección química **700** puede conectarse a, pero situarse remotamente respecto a, el panel principal **4**. El módulo de detección química **700** se divide en una primera sección **702** y una segunda sección **704** mediante una barrera de aislamiento **706**. La primera sección **702** incluye un procesador del módulo de detección química **708**. El procesador del módulo de detección química **708** incluye una memoria flash interna **710**, una memoria no volátil interna **712** y una RAM interna **714**. El procesador del módulo de detección química **708** incluye también un primer puerto serie **716**, un terminal de puerto **718**, un puerto de suministro de alimentación **720** y un segundo puerto serie **722**. El primer puerto serie **716** se conecta con un transceptor RS-485 aislado **724** que se extiende a través de la primera sección **702** y la segunda sección **704**. El transceptor RS-485 **724** se conecta con un conector RS-485 **726** y una alimentación de lógica **728**, ambos localizados en la segunda sección. El conector RS-485 **726** permite que el módulo de detección química **700** se conecte al conector del bus RS-485 de baja velocidad **22** del panel de control principal **4**. Por lo tanto, datos, incluyendo instrucciones y alimentación pueden transmitirse entre el módulo de detección química **700** y el panel de control principal **4**. La alimentación de lógica **728** se conecta con el conector del bus RS-485 **726** y recibe 12 V CC desde el mismo. La alimentación de lógica **728** proporciona 3,3 V CC al transceptor RS-485 **724** y a un controlador de oscilador/transformador **730**. El transceptor RS-485 **724** envía y recibe información desde y entre un procesador del módulo de detección química **708** y el conector RS-485 **726**. El controlador de oscilador/transformador **730** recibe 3,3 V CC desde el suministro de lógica **728** y se acopla inductivamente con una alimentación de lógica aislada **732** a través de la barrera de aislamiento **706**. La alimentación de lógica aislada **732** proporciona 3,3 V CC al transceptor RS-485 **724**, a la fuente de alimentación **720**, y a un convertidor analógico a digital (A/D) **734**. El convertidor analógico a digital **735** incluye un puerto serie **736** que se conecta con el puerto serie **722** proporcionados en el procesador del módulo de detección química **708**. Esta conexión permite que se transfieran datos desde el convertidor A/D **734** al procesador del módulo de detección química **708**. La primera sección **702** incluye adicionalmente un conector del sensor de pH **738** y un conector del sensor de ORP **740**. Un sensor de pH **742** puede conectarse al conector de sensor de pH **738**, mientras que un sensor de ORP **744** puede conectarse al conector del sensor de ORP **740**. El conector del sensor de pH **738** se conecta con un primer amplificador de bajo ruido **746**, está provisto con 3,3 V CC mediante la alimentación de lógica aislada **732**. El primer amplificador de bajo ruido **746** amplifica la señal proporcionada por el sensor de pH y proporciona esta señal amplificada al convertidor A/D **734**. El primer amplificador de bajo ruido también se conecta con un segundo amplificador de bajo

ruido **748** y una tensión de referencia de 1,225 V CC **750**. El segundo amplificador de bajo ruido **748** recibe y amplifica una señal proporcionada por el sensor de ORP y proporciona esta señal aplicada al convertidor A/D **734**. La tensión de referencia de 2,335 V CC **750** proporciona una tensión fija al convertidor A/D **734**. Los parámetros detectados por el sensor de pH **742** y el sensor de ORP **744** pueden proporcionarse al panel de control principal **4**.

La **FIG. 11** es un diagrama de bloques de una estación base de radiofrecuencia (RF) **800** de la presente divulgación. La estación base de RF **800** puede conectarse a un panel, por ejemplo, un panel principal **4** o un panel de expansión **54** y permite que el panel conectado comunique con un dispositivo de comunicación inalámbrica. La estación base de RF **800** incluye un procesador de pasarela **802** y un procesador del módulo de radio **804**. El procesador de pasarela **802** incluye memoria no volátil interna **806**, una RAM interna **808** y una memoria flash interna **810**. El procesador de pasarela **802** incluye también un primer puerto serie **812** y un segundo puerto serie **814**.

El procesador del módulo de radio **804** incluye memoria no volátil interna **816**, una RAM interna **818** y una memoria flash interna **820**. El procesador del módulo de radio **804** incluye también un primer puerto serie **822**, un puerto del bus de interfaz periférica serie (IPS) **824** y una línea de control de selección de chip **826**. El primer puerto serie **812** del procesador de pasar el **812** se conecta con el puerto serie **822** el procesador del módulo de radio **804**, de modo que el procesador de pasarela **812** y el procesador del módulo de radio **804** estén en comunicación.

La estación base de RF **800** incluye un conector RS-485 **828** que se conecta con un transceptor RS-485 **830**, una fuente de alimentación de lógica **832** y una fuente de alimentación de radio **834**. El conector RS-485 **828** permite que la estación base de RF **800** se conecte al conector del bus RS-485 de alta velocidad externo **14** del panel de control principal **12**, de modo que la estación base de RF **800** pueda comunicar con el MPP **8**. El transceptor de RS-485 **830** envía y recibe información desde y entre el procesador de pasarela **814** y el MPP **8**. El conector de RS-485 recibe 12 V CC desde el conector del bus RS-485 de alta velocidad externo **14**, y proporciona a la fuente de alimentación de lógica **832** y a la fuente de alimentación de radio **834** 12 V CC. La fuente de alimentación de lógica **832** proporciona al procesador de pasarela **812** y al transceptor RS-485 **830** 3,3 V CC. La fuente de alimentación de radio **834** proporciona al procesador del módulo de radio **804**, al detector de reposición/caída de tensión **836** y a un circuito integrado de radiofrecuencia **838** 3,3 V CC. El detector de reposición/caída de tensión **836** se conecta con el procesador del módulo de radio **804** y detecta una caída la tensión que se proporciona a la estación base de radiofrecuencia **800**. El circuito integrado de radiofrecuencia **838** se conecta con el puerto del bus IPS **824** y la línea de control de selección de chip **826** del procesador del módulo de radio **804**. El circuito integrado de radiofrecuencia **838** se conecta con un filtro paso bajo equilibrado **840**. El filtro paso bajo equilibrado **840** se conecta con un balún **842**, que se conecta con un filtro paso bajo desequilibrado **844**. El filtro paso bajo desequilibrado **844** se conecta con una antena de la PCB **846**. La antena de la PCB **846** transmite y recibe información utilizando ondas de radio. La antena de la PCB **846** puede transmitir y recibir información desde, por ejemplo, el terminal inalámbrico **58a** de la **FIG. 8A** que incorpora un módulo de radio o el terminal inalámbrico **58b** de la **FIG. 8B** que incorpora un módulo de radio 802.11. Cuando la estación base de radio **800** se conecta con el panel de control principal **12**, el panel de control principal **12** puede recibir y transmitir información desde fuentes inalámbricas externas. Esta información puede ser información de control, pero puede ser también actualizaciones de estado, información de sensores e instrucciones de programación.

La estación base de RF **800** podría ser una radio de espectro extendido con saltos de radiofrecuencia funcionando en una banda adecuada de 902 MHz a 928 MHz. Además, la potencia de procesamiento de la interfaz por cable, que conecta al bus del sistema y permite a la estación base de RF **800** ser descubierta y comunicar como un componente inteligente, puede incrementarse para adaptarse a la capacidad incrementada de la interfaz RF si se desea.

Las **FIGS. 12-16** son diagramas de flujo que muestran las etapas para instalar y programar paquetes/bancos de relés modulares programables, componentes inteligentes y paneles de expansión de la presente divulgación. La **FIG. 12** muestra un diagrama de flujo de instalación de paquetes de relés modulares **900** indicando las etapas para instalar y configurar un paquete/banco de relés. En la etapa **902**, el paquete/banco de relés se inserta en un enchufe de paquete/banco de relés del panel principal o del panel de expansión, para incorporar el paquete/banco de relés modular programable dentro del controlador del sistema de piscina o hidromasaje cuando el panel de control se desconecta. En la etapa **904**, el equipo y dispositivos de la piscina/hidromasaje se conectan a los relés de alta tensión del paquete/banco de relés. El panel de control en el que se ha insertado el paquete/banco de relés se conecta en la etapa **906**. En la etapa **908**, el procesador del panel respectivo, por ejemplo, el procesador del panel principal o el procesador del panel de expansión, detecta la presencia del paquete/banco de relés. En la etapa **910**, el MSP comienza con el siguiente proceso de segundo plano de descubrimiento planificado para descubrir el paquete/banco de relés.

En la etapa **912**, se determina si el descubrimiento tuvo éxito, por ejemplo, si el paquete/banco de relés se descubrió con éxito. Si el paquete/banco de relés se descubrió, entonces en la etapa **914** el paquete/banco de relés, por ejemplo, cada relé del paquete/banco de relés, se programa y/o configura para operaciones particulares usando el terminal local, unidad de control remoto portátil, unidad de control por cable, dispositivo inalámbrico y/o el terminal remoto. Durante la programación en la etapa **914**, los relés se mapean a los dispositivos de modo que un usuario pueda determinar fácilmente qué relé está asociado con qué dispositivo. Alternativamente, si durante la etapa **912** el paquete/banco de relés no se descubre, el MSP determina si hay reintentos de descubrimiento restantes en la etapa **918**. Si hay reintentos restantes, el sistema vuelve a la etapa **910** y reintenta el descubrimiento. Sin embargo, si no

hay reintentos restantes, el proceso de descubrimiento se traslada a la etapa **920** en donde se indica una situación de error y finaliza el procedimiento de instalación. La cantidad de veces que el MSP reintenta el descubrimiento puede fijarse en fábrica o puede ser un ajuste que un usuario puede alterar en el terminal local.

5 La **FIG. 13** es un diagrama de flujo **1000** que muestra las etapas para instalar e integrar un componente inteligente con el panel principal o el panel de expansión. En la etapa **1002**, un componente inteligente se inserta dentro o conecta o bien al panel principal o bien al panel de expansión, para incorporar el componente inteligente dentro del controlador del sistema de piscina o hidromasaje cuando se desconecta el panel de control. El componente inteligente puede, por ejemplo, conectarse con el conector del bus RS-485 externo de baja velocidad **22** del panel de control principal **4**. En la etapa **1004**, el componente inteligente se instala en el equipo de piscina apropiado y se sujeta el componente a una plataforma de la piscina si es necesario. Por ejemplo, si el componente inteligente es una bomba de velocidad variable, la bomba puede conectarse a las tuberías necesarias y atornillarse a la plataforma de la piscina. En la etapa **1006**, el panel de control dentro del que se ha insertado el componente inteligente se enciende. En la etapa **1008**, el MSP comienza con el siguiente proceso de descubrimiento en segundo plano planificado. En la etapa **1010**, se determina que el descubrimiento tuvo éxito, por ejemplo, si el componente inteligente se descubrió con éxito. Si se descubre el componente inteligente, entonces en la etapa **1012** el componente inteligente se programa y/o configura para operaciones particulares usando el terminal local, unidad de control remoto portátil, unidad de control por cable, dispositivo inalámbrico y/o el terminal remoto. Alternativamente, si durante la etapa **1010** no se descubre el componente inteligente, el MSP determina si hay reintentos de descubrimiento restantes en la etapa **1014**. Si hay reintentos restantes, el sistema vuelve a la etapa **1008** y reintenta el descubrimiento. Sin embargo, si no hay reintentos restantes, el proceso de descubrimiento se traslada a la etapa **1016** en donde se indica una situación de error y finaliza el procedimiento de instalación. La cantidad de veces que el MSP reintenta el descubrimiento puede fijarse en fábrica o puede ser un ajuste que un usuario puede alterar en el terminal local.

25 La **FIG. 14** es un diagrama de flujo **1100** que muestra la instalación de un paquete/banco de relés a un panel principal o un panel de expansión de un sistema existente. En la etapa **1102**, el paquete/banco de relés se inserta en un enchufe de paquete/banco de relés del panel principal o del panel de expansión, para incorporar el paquete/banco de relés modular programable en el controlador del sistema de piscina o hidromasaje. Cuando se inserta, el MSP puede detectar la presencia del paquete/banco de relés. En la etapa **1104**, el MSP difunde una consulta a través del sistema buscando dispositivos sin descubrir. En la etapa **1106**, el paquete/banco de relés insertado de nuevo difunde una respuesta. En la etapa **1108**, se determina si la respuesta del paquete/banco de relés difundida se recibió por el MSP. Si la respuesta del paquete/banco de relés difundida no se recibió por el MSP, entonces el MSP determina si hay reintentos de descubrimiento restantes en la etapa **1110**. Si hay reintentos restantes, el sistema vuelve a la etapa **1104** y vuelve a difundir la consulta en busca de dispositivos sin descubrir. Si no hay reintentos restantes, el proceso de descubrimiento se traslada a la etapa **1112** en donde se indica una situación de error y finaliza el procedimiento de descubrimiento. La cantidad de veces que el MSP reintenta el descubrimiento puede fijarse en fábrica o puede ser un ajuste que un usuario puede alterar en el terminal local. Sin embargo, si el MSP recibe la respuesta del paquete/banco de relés en la etapa **1108**, el proceso se traslada a la etapa **1114** en donde el MSP envía un mensaje al paquete/banco de relés asignándole una dirección de red. Adicionalmente, en la etapa **1114**, el MSP puede autenticar el paquete/banco de relés que fue descubierto. En la etapa **1116**, el paquete/banco de relés envía un mensaje de respuesta al MSP. El mensaje de respuesta del paquete/banco de relés puede incluir confirmación de la asignación de dirección de red así como una información con relación al paquete/banco de relés, por ejemplo, capacidades, revisión de firmware, ubicación, etc. En la etapa **1118**, se determina si la respuesta del paquete/banco de relés difundida se recibió por el MSP. Si la respuesta del paquete/banco de relés difundida no se recibió por el MSP, entonces el MSP determina si hay reintentos de descubrimiento restantes en la etapa **1120**. Si hay reintentos restantes, el sistema vuelve a la etapa **1114** y vuelve a enviar el mensaje al paquete/banco de relés. Si no hay reintentos restantes, el proceso de descubrimiento se traslada a la etapa **1122** en donde se indica una situación de error y finaliza el procedimiento de descubrimiento. Si la respuesta del paquete/banco de relés difundida es recibida por el MSP comienza a registrar la información recibida desde el paquete/banco de relés. Es decir, en la etapa **1124** el MSP registra las capacidades del paquete/banco de relés, revisión de firmware y localización del sistema, por ejemplo, en qué panel está localizado físicamente el paquete/banco de relés. El paquete/banco de relés es ahora totalmente funcional y programable usando el terminal local, unidad de control remoto portátil, unidad de control por cable, dispositivo inalámbrico y/o el terminal remoto.

55 La **FIG. 15** es un diagrama de flujo **1200** que muestra etapas para la instalación de un componente inteligente en un panel principal o un panel de expansión de un sistema existente. En la etapa **1202**, un componente inteligente se inserta dentro o conecta o bien al panel principal o bien al panel de expansión, para incorporar el componente inteligente en el controlador del sistema de piscina o hidromasaje. En la etapa **1204**, el MSP difunde una consulta a través del sistema buscando dispositivos sin descubrir. En la etapa **1206**, el componente inteligente conectado de nuevo difunde una respuesta. En la etapa **1208**, se determina si la respuesta del componente inteligente difundida se recibió por el MSP. Si la respuesta del componente inteligente difundida no se recibió por el MSP, entonces el MSP determina si hay reintentos de descubrimiento restantes en la etapa **1210**. Si hay reintentos restantes, el sistema vuelve a la etapa **1204** y vuelve a difundir la consulta en busca de dispositivos sin descubrir. Si no hay reintentos restantes, el proceso de descubrimiento se traslada a la etapa **1212** en donde se indica una situación de error y finaliza el procedimiento de descubrimiento. La cantidad de veces que el MSP reintenta el descubrimiento puede fijarse en fábrica o puede ser un ajuste que un usuario puede alterar en el terminal local. Si el MSP recibe la respuesta del

componente inteligente en la etapa **1208**, el proceso se traslada a la etapa **1214** en donde el MSP envía un mensaje al componente inteligente asignándole una dirección de red. Adicionalmente, en la etapa **1214**, el MSP puede autenticar el componente inteligente que fue descubierto. En la etapa **1216**, el componente inteligente envía un mensaje de respuesta al MSP. El mensaje de respuesta del componente inteligente puede incluir confirmación de la asignación de dirección de red así como una información con relación al componente inteligente, por ejemplo, capacidades, revisión de firmware, ubicación, etc. En la etapa **1218**, se determina si la respuesta del componente inteligente difundida se recibió por el MSP. Si la respuesta del componente inteligente difundida no se recibió por el MSP, entonces el MSP determina si hay reintentos de descubrimiento restantes en la etapa **1220**. Si hay reintentos restantes, el sistema vuelve a la etapa **1214** y vuelve a enviar el mensaje al componente inteligente. Si no hay reintentos restantes, el proceso de descubrimiento se traslada a la etapa **1222** en donde se indica una situación de error y finaliza el procedimiento de descubrimiento. Sin embargo, si la respuesta del componente inteligente difundida es recibida por el MSP comienza a registrar la información recibida desde el componente inteligente. Es decir, en la etapa **1224** el MSP registra las capacidades del componente inteligente, revisión de firmware y localización del sistema, por ejemplo, en qué panel está localizado físicamente el paquete/banco de relés. El componente inteligente es ahora totalmente funcional y programable usando el terminal local, unidad de control remoto portátil, unidad de control por cable, dispositivo inalámbrico y/o el terminal remoto.

La **FIG. 16** es un diagrama de flujo **1300** que muestra etapas para instalar un panel de expansión. En la etapa **1302**, se instala un panel de expansión en una localización deseada y/o apropiada, por ejemplo, en la proximidad de una piscina o una plataforma de piscina. En la etapa **1304**, los equipos/dispositivos de piscina/hidromasaje deseado se conectan al panel de expansión. En la etapa **1306**, el panel principal es desconectado y el panel de expansión se conecta al panel principal o a un panel de expansión previamente instalado. El panel de expansión puede conectarse a, por ejemplo, el conector del bus R-485 de alta velocidad externo **14** del panel de control principal **4**. En la etapa **1308**, el panel de control al que se ha conectado el componente inteligente se enciende. Cuando está conectado, el MPP puede detectar la presencia del panel de expansión. En la etapa **1310**, el MSP comienza con el siguiente proceso de descubrimiento en segundo plano planificado. En la etapa **1312**, se determina si el descubrimiento tuvo éxito, por ejemplo, si el panel de expansión se descubrió con éxito. Si se descubre el panel de expansión, entonces en la etapa **1314** el panel de expansión y todos los equipos/dispositivos conectados al mismo se programan y/o configuran para operaciones particulares usando el terminal local, unidad de control remoto portátil, unidad de control por cable, dispositivo inalámbrico y/o el terminal remoto. En este punto, la instalación está completa. Alternativamente, si durante la etapa **1312** el panel de expansión no se descubre, el MSP determina si hay reintentos de descubrimiento restantes en la etapa **1316**. Si hay reintentos restantes, el sistema vuelve a la etapa **1310** y reintenta el descubrimiento. Sin embargo, si no hay reintentos restantes, el proceso de descubrimiento se traslada a la etapa **1318** en donde se indica una situación de error y finaliza el procedimiento de instalación. La cantidad de veces que el MSP reintenta el descubrimiento puede prefijarse o puede ser un ajuste que un usuario puede alterar en el terminal local.

Una vez que un paquete/banco de relés, componente inteligente y/o panel de expansión está instalado con éxito, el procesador central almacena toda la información relacionada con el mismo, por ejemplo, dirección de red, ubicaciones, capacidades, firmware, etc., de modo que el paquete/banco de relés, componentes inteligentes y paneles de expansión instalados no necesitan ser redescubiertos cada vez que el sistema de control **2** es conectado o experimenta una situación de fallo.

El sistema de control **2** puede configurarse para controlar múltiples cuerpos de agua, teniendo cada cuerpo de agua su propio equipo asociado tal como un filtro, bomba, clorador, unidad de detección química y múltiples calentadores dedicados, por ejemplo. Por ejemplo, una instalación recreativa puede tener cinco cuerpos de agua a ser controlados, cada uno de los cuales tiene capacidad para ser programado en el sistema de control **2**. Además, múltiples cuerpos de agua pueden agruparse como subconjuntos de equipos dobles, por ejemplo, una piscina de bebés y una piscina infantil en una instalación recreativa. Adicionalmente, pueden establecerse múltiples configuraciones de una disposición de piscina/hidromasaje. Las configuraciones de muestra incluyen: solo piscina, solo hidromasaje, piscina e hidromasaje compartiendo un único equipo, piscina e hidromasaje con equipos separados y calentadores separados, piscina e hidromasaje con equipos separados y calentadores compartidos, etc. Son posibles también diversas permutaciones de las configuraciones anteriores para aquellas situaciones en las que hay 3 o más cuerpos de agua. Las configuraciones de piscina pueden especificarse por un usuario través de la GUI y del sistema de control **2** en sí o pueden prepararse en el sitio web del fabricante y descargarse al sistema de control **2** a través de Internet o de un lápiz de memoria USB. En todos los casos, el archivo de configuración de piscina puede almacenarse en una memoria persistente en el panel de control **4**.

En el grado en que haya múltiples cuerpos de agua, puede haber un requisito de múltiples cloradores separados sirviendo cada clorador a un cuerpo de agua individual. En estas situaciones, el usuario podría proporcionar una pluralidad de paneles de expansión **54** en conexión eléctrica con el panel de control principal **4** conectándose cada clorador a un panel de expansión **54** respectivo. Por ejemplo, si una piscina/hidromasaje tiene 5 cuerpos de agua independientes, el usuario puede proporcionar un panel de control principal **4**, un primer panel de expansión **54** conectado a la ranura de expansión **20** del panel de control principal **4** y tres paneles de expansión adicionales **54** conectados a cada una de las ranuras de expansión **188a-188c** del primer panel de expansión **54**. En esta disposición, el panel de control principal **4** permite que se fije un clorador al mismo, mientras que cada uno de los cuatro paneles de expansión **54** adicionales permite que se fije un clorador en cada uno, dando como resultado 5 cloradores para

todo el sistema. Además, en donde un cuerpo de agua es suficientemente grande, un usuario puede programar múltiples cloradores para funcionar sobre el único cuerpo de agua.

5 Un usuario puede también nombrar a cada relé que se descubre por el procesador del panel principal **8** o cada relé puede nombrarse a partir de una lista predefinida de nombres. También, un usuario puede establecer operaciones de temporizador que pueden asignarse a cualquier relé, válvula, espectáculo de luces, grupo o modo del sistema. Cada dispositivo puede tener múltiples temporizadores de conexión/desconexión asignados al mismo, permitiendo cada temporizador la especificación de ajustes estándar (por ejemplo, cada día, días laborables solo, fin de semana solo, etc.), una lista de días de la semana y/o periodos de tiempo (por ejemplo, 6:00 a 18:00, del atardecer al amanecer, del atardecer hasta final cuenta atrás, del amanecer hasta final cuenta atrás, etc.). Los temporizadores pueden tener una resolución de 1 minuto de modo que el usuario puede especificar el temporizador en incrementos de 1 minuto.

15 Como se explicó anteriormente, el sistema de control **2** es capaz de controlar diversos dispositivos asociados con una piscina/hidromasaje, incluyendo, pero sin limitarse a: calentadores, detectores químicos y sistemas de dispensado, bombas de velocidad variable y luces. Cuando se conecta un calentador al sistema de control **2** junto con una bomba de velocidad variable, el sistema de control **2** permitirá a un usuario especificar una velocidad de bomba mínima para una funcionalidad de calentador óptima. Alternativamente, en donde se instalan sensores con el sistema, incluyendo la entrada y salida del calentador y de la bomba de velocidad variable, el sistema de control **2** podría determinar la velocidad de bomba mínima para una funcionalidad óptima del calentador y podría variar la velocidad de la bomba para mantener una elevación de temperatura eficiente en la piscina/hidromasaje. Esto podría presentarse como una opción al usuario. El sistema de control **2** puede incluir también algoritmos de gestión de energía, como se ha explicado previamente y algoritmos de control del calentador que pueden priorizar elementos de calefacción. Por ejemplo, en donde hay colectores solares conectados al sistema de piscina/hidromasaje para calefacción solar, el sistema de control **2** puede ejecutar un algoritmo que dará prioridad a la calefacción solar y bombeará agua de la piscina a través de los colectores solares, cuando sea posible. Este control de calentamiento solar puede implicar que el sistema de control **2** controle una válvula para enviar agua a los colectores solares y/o la selección de un relé para accionar una bomba de refuerzo para enviar agua a los paneles. Adicionalmente, el sistema de control **2** puede programarse para determinar los requisitos de flujo mínimos para los colectores solares y manejar una bomba de velocidad variable a la velocidad requerida. El sistema de control **2** puede ser capaz también de hacer funcionar los colectores solares en un modo de enfriamiento nocturno en el que el agua se bombea a través de los colectores solares durante la noche si la temperatura en los colectores solares es menor que la temperatura de la piscina con una diferencia de temperatura mínima especificada. De manera similar, el sistema de control **2** puede utilizarse para enfriamiento de la piscina. Esta operación podría implicar que el sistema de control **2** controlara automáticamente un aireador, lo que puede realizarse como un control de tiempo de una válvula y control de una bomba de calor que soporta refrigeración. Donde se utiliza una bomba de calor, puede conmutarse del modo calefacción a refrigeración.

40 El sistema de control **2** permite detección química separada e independiente o sistemas de detección química y dispensado para cada cuerpo de agua que puede configurarse en el sistema de piscina para hidromasaje. El sistema de detección química puede implementarse a través del módulo de detección química, como se explicó anteriormente, lo que incluye dos entradas de sonda, a saber, una sonda de pH y una sonda de potencial de oxidación-reducción. El sistema dispensado químico puede implementarse a través de un relé de alta tensión que podrían usarse para controlar el flujo de gas de CO<sub>2</sub> o una bomba de ácido. Para un cuerpo de agua que incluye un módulo de detección química, un clorador y un dispensador de pH, el firmware del sistema de control **2** podría permitir la configuración de un modo control de pH (por ejemplo, inhabilitado, automático, forzado con un límite de tiempo) y un modo de control del potencial de oxidación-reducción (por ejemplo, automático o porcentaje de tiempo). Adicionalmente, el firmware podría permitir al usuario seleccionar tanto el punto de consigna del pH como del potencial de oxidación-reducción y alarmas alto/bajo. Alternativamente, para un cuerpo de agua que incluye un módulo de detección química y un clorador, pero no una funcionalidad de dispensado de pH, el firmware del sistema de control **2** podría visualizar la lectura de pH cuando hay un flujo y permitir la configuración de un modo de control del potencial de oxidación-reducción (por ejemplo, automático o porcentaje de tiempo). Adicionalmente, el firmware podría permitir al usuario seleccionar un punto de consigna del potencial de oxidación-reducción y alarmas alto/bajo. El sistema de control **2** puede permitir también al usuario introducir diferentes puntos de consigna, niveles de alarma y niveles de desviación de tiempo para cada cuerpo de agua que proteja contra la conversión del agua en demasiado ácida o demasiado altamente clorada.

55 El sistema de control **2** es capaz de comunicar con los conectores del bus RS-485 **14**, **22** del panel principal, los conectores del bus RS-485 del panel de expansión **226** y/o los relés del paquete de relés **56a-56d**. El firmware del sistema de control **2** es capaz de controlar la velocidad de operación de una bomba de velocidad variable y puede proporcionar un menú para la bomba de velocidad variable que podría visualizarse sobre la GUI del terminal local **28**, de una unidad de control remoto portátil **58a**, **58b**, o de un dispositivo inalámbrico **61**. El menú puede mostrar diversos parámetros de operación de la bomba de velocidad variable, tal como la velocidad de funcionamiento (tanto en revoluciones por minuto (RPM) como en porcentaje del máximo), potencia actual, uso de la potencia actual, etc. Además, el firmware puede visualizar todas las indicaciones de alarmas generadas por la bomba sobre la GUI del terminal local **28**, de una unidad de control remoto portátil **58a**, **58b**, o de un dispositivo inalámbrico **61**.

65 El sistema de control **2** es capaz de controlar diversas luces y protocolos de iluminación, por ejemplo, las luces de piscina/hidromasaje subacuáticas COLORLOGIC producidas por Hayward Industries, Inc., incluyendo tanto luces

conectadas en red como no en red. El sistema de control **2** puede controlar las luces mediante la automatización de la secuencia de alimentación del relé de control al que se conectan las luces. Pueden conectarse múltiples luces a un único relé de modo que el sistema de control **2** controle una pluralidad de luces a través del único relé. El firmware del sistema de control **2** es capaz de proporcionar un sistema de control simple que puede incluir un sistema de menú. El sistema de control y/o menús simple puede visualizarse sobre la GUI del terminal local **28**, de una unidad de control remoto portátil **58a**, **58b**, o de un dispositivo inalámbrico **61** y puede implementar deslizadores y otras representaciones gráficas para permitir al usuario seleccionar más fácilmente esquemas de colores y de iluminación personalizados.

El firmware del sistema de control **2** puede proporcionar también enclavamientos y protección de congelación a una diversidad de dispositivos que pueden conectarse al mismo. El firmware permite al usuario seleccionar y configurar enclavamientos que impiden que cualquier salida cambie de estado a menos que se corrija la situación de enclavamiento. El firmware proporciona una interfaz que permite al usuario configurar una temperatura de protección de congelación para sistema.

El sistema de control **2** incluye una GUI que puede replicarse en cada dispositivo conectado al sistema de control **2** (por ejemplo, un terminal local **28**, de una unidad de control remoto portátil **58a**, **58b** (inalámbrico o cableado), un dispositivo inalámbrico **61** (teléfono inteligente/tableta), un sitio web accesible por Internet o una página web servida localmente accesible mediante un ordenador) y usado para controlar el sistema de control **2**. La GUI puede incluir una "página de inicio" que tenga múltiples iconos representando diferentes acciones o controles predefinidos, del sistema de piscina/hidromasaje. Estos iconos puedan representar dispositivos individuales, por ejemplo, luces o válvulas o pueden ser un conjunto predefinido completo de acciones/parámetros de control, por ejemplo, un espectáculo de luz y de fuente de agua completo. Un usuario puede crear iconos/botones personalizados que representen sus acciones "favoritas" o más utilizadas. El usuario puede situar estos iconos favoritos en la página de inicio y redistribuir los iconos de modo que se coloquen en una ubicación deseada sobre la pantalla. Adicionalmente, la GUI puede incluir capacidades de notificación de alarma, de modo que cuando tiene lugar una situación de alarma, el icono apropiado que representa el dispositivo que produce la situación de alarma puede moverse a una localización más visible sobre la GUI de modo que sea visto por el usuario. La notificación de alarma puede ser una luz o halo que rodea al icono rojo parpadeante (que representa una situación de alarma) o naranja (que representa una situación de aviso) y/o puede ser un halo rojo o naranja rodeando el perímetro de la GUI o en un único lado de la GUI. Adicionalmente, un usuario puede personalizar el sistema de notificación de alarma de modo que el sistema de control **2**, cuando se conecta a Internet, envía un correo al usuario con la notificación de alarma o sitúa la notificación de alarma en una cuenta de red social (por ejemplo, Twitter) poseída por el usuario. El firmware también puede incluir un menú de diagnósticos que ilustre cualquier diagnóstico de componentes en fallo, por ejemplo, qué relé, actuador, tarjeta, sensor, etc. falló.

La **FIG. 17A** es una GUI **1300** generada por el sistema para permitir a un usuario controlar múltiples sistemas de piscina/hidromasaje, usando la pantalla de inicio. La GUI **1300** se divide en una pluralidad de secciones que incluyen una sección de fecha y hora **1302**, una sección de informe meteorológico **1304**, una sección de hora de salida/puesta del sol **1306**, una primera sección de control de un cuerpo de agua **1308** y una segunda sección de control de un cuerpo de agua **1310**. La primera y segunda secciones de control de un cuerpo de agua **1308**, **1310** representan los sistemas de piscina/hidromasaje que se conectan con un panel de control principal. Las secciones de control **1308**, **1310** incluyen un título **1312** que es asignable por el usuario durante la configuración e indica qué sistema controla respectivamente cada sección de control. En este caso, la primera sección de control de cuerpo de agua **1308** se titula "PISCINA DE LUCY" mientras que la segunda sección de control de cuerpo de agua **1310** se titula "HIDROMASAJE DE LUCY". Las secciones de control **1308**, **1310** incluyen también una temperatura de agua actual **1314** del sistema respectivamente controlado. Además, las secciones de control **1308**, **1310** incluyen una pluralidad de barras de control que permiten el control de diversos dispositivos conectados a cada sistema respectivo. Las barras de control incluyen, por ejemplo, una barra deslizante de control de temperatura **1316**, una barra de control de la fuente de calentador **1318**, una barra de control del filtro **1320**, una barra de control del clorador **1322**, una barra de control del pH **1324** y una barra de control del ORP **1326**. Las barras de control de temperatura **1316** permiten a un usuario tener la temperatura que desea en el cuerpo de agua respectivo. Como se muestra en la **FIG. 17A**, las barras de control de temperatura **1316** pueden ser una barra deslizante; sin embargo, pueden estar también en la forma de flechas arriba/abajo o una caja de entrada de valores. La barra de control de fuente de calentador **1318** permite al usuario seleccionar entre una pluralidad de fuentes de calentador que se conectan al sistema. Por ejemplo, la barra de control de la fuente de calentador **1318** para la primera sección de control del cuerpo de agua **1308** se establece para un calentador solar, mientras que la barra de control de la fuente de calentador **1318** para la segunda sección de control de cuerpo de agua **1310** se establece para un calentador de gas. Cuando el usuario pulsa sobre la barra de control de la fuente de calentador **1318**, puede aparecer un menú desplegable que permita el usuario seleccionar entre todas las fuentes térmicas conectadas al sistema. Este menú desplegable puede actualizarse automáticamente cada vez que el sistema descubre una nueva fuente térmica. La barra de control del filtro **1320** permite al usuario establecer la velocidad de una bomba de filtro así como conectar/desconectar el filtro. De manera similar, la barra de control del clorador **1322**, la barra de control de pH **1324** y la barra de control de ORP **1326** permiten al usuario conectar o desconectar un clorador, sistema de dispensado de pH y sistema de ORP respectivo que se conecta con el panel de control principal. Cuando se desconecta un dispositivo, la barra de control respectiva puede pasar a un color diferente o atenuarse a gris, para permitir un rápido reconocimiento de qué dispositivos están desconectados. La GUI **1300** puede incluir también un botón de alimentación **1328**, un botón de inicio **1330**, un botón de control de luz

de piscina **1332** y un botón de vista de alarmas **1334**. El botón de alimentación **1328** permite a un usuario cerrar la GUI **1300** y volver a la pantalla del dispositivo normal, mientras que el botón de inicio **1330** permite al usuario volver a la pantalla GUI de inicio, que puede ser la pantalla ilustrada en la **FIG. 17A**.

5 La **FIG. 17B** muestra la GUI **1300** generada por el sistema y configurada para permitir a un usuario controlar múltiples sistemas de piscina/hidromasaje usando una pantalla de funcionalidades. La GUI **1300** incluye la sección de fecha y hora **1302**, sección del informe meteorológico **1304** y sección de hora de salida/puesta del sol **1306** como se muestra en la **FIG. 17A**; sin embargo, como se muestra en la **FIG. 17B**, un menú de "funcionalidades". El menú de funcionalidades incluye una pantalla de selección **1336** que lista todas las funcionalidades de un sistema de piscina/hidromasaje del usuario, por ejemplo, todos los dispositivos que están conectados a, instalados con y reconocidos por el panel de control principal. Estos dispositivos pueden ser, por ejemplo, calentadores, filtros, bombas, sensores, sistemas de dispensado de química, barbacoas, luces, funcionalidades de agua (por ejemplo, fuentes), pantallas, burbujas de hidromasaje y/o chorros de hidromasaje, entre otros. Cada una de las funcionalidades listadas es un botón accionable que llevará al usuario a una pantalla específica de esa funcionalidad, permitiendo al usuario 10 alterar estos parámetros y opciones de la funcionalidad. Esto se explica con mayor detalle con relación a la **FIG. 17C** a continuación. La GUI **1300** incluye también una pluralidad de iconos de opciones rápidas que pueden ilustrar notificaciones de error/aviso, dispositivos que requieren atención o ajustes. Por ejemplo, la GUI **1300** incluye un icono de notificación de error/aviso **1338**, un icono de fuente de calentador **1340**, un icono de sistema de dispensado químico **1342** y un icono de ajustes **1344**. En consecuencia, el usuario puede hacer clic en uno cualquiera de los iconos **1338**, **1340**, **1342**, **1344** para rápidamente mostrar una pantalla emergente que informe al usuario del mensaje de notificación o lleve al usuario a una pantalla en donde el usuario puede rectificar el error que mostró la notificación. Los dispositivos que no están incorporados en el sistema pueden ser de un color diferente del de los que están instalados, por ejemplo, pueden ser más oscuros o atenuados en gris.

25 La **FIG. 17C** muestra la GUI **1300** que visualiza una pantalla para controlar un subsistema de dispensado químico. Específicamente, después de que un usuario hace clic sobre el botón de química de la **FIG. 17B**, la GUI **1300** hace emerger una pantalla de dispositivo **1346** que es específica para el dispositivo seleccionado en la pantalla de selección de menú de funcionalidades **1336**, en este caso, el sistema de dispensado químico. La pantalla del dispositivo **1346** incluye un título **1348** que lista ese nombre del dispositivo y el cuerpo de agua para el que se dispone el dispositivo. 30 La pantalla del dispositivo **1346** incluye una pluralidad de secciones de parámetros/opciones **1350**, **1352**. El número de secciones de parámetros y su finalidad depende del dispositivo seleccionado. En este caso, la pantalla de dispositivo **1346** incluye una sección de ajustes de ORP **1350** y una sección de ajustes de cloración **1352** en la que cada una incluye diversos ajustes que pueden alterarse. Por ejemplo, la sección de ajustes de ORP **1350** incluye una barra de deslizamiento para alterar el nivel de ORP y un temporizador de expiración, mientras que la sección de ajustes de cloración **1352** incluye una barra deslizante para alterar el nivel de cloración, un botón de súper-cloración y un temporizador de expiración.

Adicionalmente, la GUI **1300** puede incluir un fondo coloreado para representar el estado del sistema de piscina/hidromasaje y/o una situación de error. Por ejemplo, el fondo puede ser azul cuando el sistema de 40 piscina/hidromasaje seleccionado está funcionando normalmente, amarillo cuando hay una situación de aviso o rojo cuando hay una situación de error. De manera similar, la primera sección de control de cuerpo de agua **1308** y la segunda sección de control de cuerpo de agua **1310** de la GUI **1300** pueden tener cada una un fondo coloreado que puede indicar de modo similar el estado del sistema de piscina/hidromasaje respectivo. Esta funcionalidad permite al usuario identificar fácil y rápidamente si un sistema de piscina/hidromasaje está funcionando apropiadamente. 45 Alternativa o adicionalmente, la GUI **1300** puede incluir un marco exterior que puede colorearse para representar el estado de funcionamiento y/o situación de error de los sistemas de piscina/hidromasaje seleccionados.

Las **FIGS. 18A-18C** son mensajes emergentes de notificación de muestra que puede generarse por el sistema. Cuando tiene lugar un evento en un dispositivo del sistema de control, puede aparecer un mensaje emergente en la GUI que se visualiza en un dispositivo de control del usuario. La **FIG. 18A** muestra un emergente normal de muestra **1356**. El emergente normal **1356** incluye un mensaje **1358** y un botón de acuse de recibo **1360**. El mensaje **1358** para el emergente normal **1356** puede alertar a un usuario de diversos casos de operación estándar, tales como el encendido de un dispositivo o pueden notificar al usuario de cómo se ha iniciado un evento planificado. Para cerrar el emergente normal **1356** un usuario puede hacer clic sobre el botón de acuse de recibo **1360**. La **FIG. 18B** muestra un emergente de aviso de muestra **1362**. El emergente normal **1362** incluye un mensaje de aviso **1364** y un botón de acuse de recibo **1366**. El mensaje de aviso **1364** para el emergente de aviso **1362** puede alertar a un usuario de una situación que ha tenido lugar en el sistema, pero no es grave. Por ejemplo, el emergente de aviso **1362** puede notificar a un usuario de que el uso de una fuente térmica especificada será menos eficiente que otra fuente térmica disponible. Para cerrar el emergente de aviso **1362** un usuario puede hacer clic en el botón de acuse de recibo **1366**. La **FIG. 18C** muestra un mensaje emergente de alerta de muestra **1368**. El emergente de alerta **1368** incluye un mensaje **1370** y un botón de acuse de recibo **1372**. El mensaje de alerta **1370** para el emergente de alerta **1368** puede alertar a un usuario de que ha tenido lugar una situación o serie de situaciones peligrosas en el sistema que deben atenderse inmediatamente. Por ejemplo, el emergente de alerta **1368** puede notificar a un usuario de que un sistema de cloración conectado no está funcionando apropiadamente y el agua no se está clorando apropiadamente o que un dispositivo conectado particular se está sobrecalentando, está roto o no está respondiendo. Para cerrar el emergente de alerta **1368** un usuario puede hacer clic sobre el botón de acuse de recibo **1372**. El emergente normal **1356**, el emergente de aviso

**1362** y el emergente de alerta **1368** pueden tener cada uno un color de fondo diferente que represente la gravedad del mensaje. Por ejemplo, el emergente normal **1356** puede tener un fondo azul, el emergente de aviso **1362** puede tener un fondo amarillo y el emergente de alerta **1368** puede tener un fondo rojo. Esto permite a un usuario identificar rápidamente la gravedad de la situación o del mensaje del que está siendo alertado. Además, los emergentes **1356**, **1362**, **1368** pueden parpadear para conseguir la atención del usuario cuando es necesario.

Las **FIG. 19A-19B** son pantallas emergentes generadas por el sistema para cambiar la fecha y hora del sistema. La **FIG. 19A** es una captura de pantalla de un emergente de cambio de hora **1374** que incluye una barra de selección **1376** que permite al usuario elegir entre alterar la hora o la fecha. El emergente de cambio de hora **1374** incluye una flecha arriba **1378** y una flecha abajo **1380** que alteran el elemento de hora seleccionado **1382**, por ejemplo, la hora, minuto y mañana/tarde. Un usuario puede hacer clic en el valor de la hora, valor del minuto o mañana/tarde y hacer clic posteriormente sobre la flecha arriba **1378** o la flecha abajo **1380** para ajustar el elemento seleccionado para corregir el valor. Además, el emergente de cambio de hora **1374** incluye un botón de 12H **1384** y un botón de 24H **1386** que permiten usuario cambiar el reloj desde un reloj de 12 horas a un reloj de 24 horas. El usuario puede hacer clic entonces en el botón aceptar **1388** para aceptar los cambios y cerrar el emergente **1374**, o el botón rechazar **1390** para rechazar los cambios y cerrar el emergente **1374**. La **FIG. 19B** es una captura de pantalla de un emergente de cambio de fecha **1392** que incluye una barra de selección **1394** que permite al usuario elegir entre alterar la hora o la fecha. El emergente de cambio de fecha **1392** incluye una flecha arriba **1396** y una flecha abajo **1398** que alteran el elemento de fecha seleccionado **1400**, por ejemplo, mes, día y año. Un usuario puede hacer clic en la fecha, valor del día o valor del año y hacer clic posteriormente sobre la flecha arriba **1396** o la flecha abajo **1398** para ajustar el elemento seleccionado para corregir el valor. El usuario puede hacer clic entonces en el botón aceptar **1402** para aceptar los cambios y cerrar el emergente **1392**, o el botón rechazar **1404** para rechazar los cambios y cerrar el emergente **1392**.

Las **FIGS. 20A-20B** son pantallas emergentes del planificador generadas por el sistema para cambiar una planificación de dispositivo. La **FIG. 20A** muestra un emergente de planificador **1406** que permite a un usuario planificar las operaciones para una bomba. El emergente de planificador **1406** incluye un primer evento planificado **1408**, un segundo evento planificado **1410** y un tercer evento planificado **1412**. Cada evento planificado **1408**, **1410**, **1412** incluye una pluralidad de parámetros que puede ajustar un usuario con finalidades de planificación. Por ejemplo, un usuario puede planificar la hora en la que se conecta y desconecta la bomba, la velocidad a la que funciona la bomba y el plan de repetición para el temporizador (por ejemplo, días laborables, fin de semana, todos los días, etc.). En consecuencia, un usuario puede planificar al menos tres operaciones para una bomba que tendrán lugar automáticamente. Como se muestra en la **FIG. 20A**, el primer evento planificado **1408** tiene la conexión de bomba a las 8:00 a baja velocidad cada día laborable y funcionando hasta las 22:30. El segundo evento planificado **1410** tiene la bomba conectada y funcionando a alta velocidad desde las 9:00 hasta las 23:00 cada fin de semana. El tercer evento planificado **1412** tiene la bomba cambiando a una velocidad personalizada cada día a las 16:00 y funcionando a esta velocidad personalizada hasta las 20:00. El emergente de planificador **1406** incluye también una flecha arriba **1414** y una flecha abajo **1416** que permiten a un usuario alterar los eventos planificados **1408**, **1410**, **1412**. Para alterar uno cualquiera de los eventos planificados **1408**, **1410**, **1412**, un usuario puede hacer clic en el parámetro del evento, por ejemplo, hora de inicio, hora de finalización, velocidad, plan de repetición y hacer clic entonces en la flecha arriba **1414** o la flecha abajo **1416** para ajustar el parámetro. El emergente del planificador **1406** puede incluir también un interruptor de conexión/desconexión **1418**, **1420**, **1422** para cada evento planificado **1408**, **1410**, **1412** que permite a un usuario conectar o desconectar el evento planificado **1418**, **1420**, **1422**. El usuario puede hacer clic entonces en un botón aceptar **1424** para aceptar cualquier cambio hecho a los eventos planificados **1408**, **1410**, **1412** y cerrar el emergente de planificador **1406**, o el botón rechazar **1426** para rechazar los cambios y cerrar el emergente de planificador **1406**. El emergente de planificador **1406** incluye un botón de interruptor **1428** que permite al usuario conectar/desconectar los interruptores **1418**, **1420**, **1422** para descartar los botones **1420**, **1432**, **1434**, como se muestra en la **FIG. 20B**. Los botones de descarte **1430**, **1432**, **1434** permiten a un usuario descartar eventos planificados que ya no desea guardar. Las **FIGS. 20A-20B** muestran tres eventos planificados, sin embargo, debería entenderse por un experto en la materia que pueden planificarse más de tres eventos basándose en las necesidades globales del sistema.

El sistema de control **2** puede proporcionar modos especiales de funcionamiento dependiendo de la normativa local, estatal y regional. Algunos modos de operación especiales de muestra incluyen: un modo operativo con calentadores compartidos y funcionalidad de protección de congelación que permite a un propietario hacer funcionar el hidromasaje durante el invierno mientras la piscina está en un modo de protección de congelación, un modo de funcionamiento de válvula personalizada que acciona válvulas automáticas usadas para una piscina e hidromasaje con calentadores compartidos. En dicho modo, las válvulas automáticas pueden cambiar de estado cuando la bomba del hidromasaje se conecta para conectar los calentadores hacia el hidromasaje y puede volver el funcionamiento del calentador a la piscina cuando la bomba de hidromasaje se desconecta. Por supuesto, son posibles otros modos.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de control de piscina o hidromasaje (2), que comprende:

- 5 un panel de control principal (4) que define una carcasa;  
 una placa madre (6) alojada en el panel de control principal (4), incluyendo dicha placa madre (6) un procesador de placa madre (8), un bus interno (10, 12) y un enchufe de banco de relés (16), estando configurado el bus interno (10, 12) para establecer comunicación bidireccional entre el procesador de la placa madre (8) y el enchufe de banco de relés (16);
- 10 un banco de relés (32) conectable al enchufe de banco de relés (16) y que incluye un procesador de banco de relés (254), una memoria, un bus interno, una pluralidad de relés (56a-d) y un conector (256), estando configurado el bus interno para establecer comunicación bidireccional entre el procesador del banco de relés (254) y el procesador de la placa madre (8) cuando el banco de relés (32) se conecta al enchufe de banco de relés (16) a través del conector; y
- 15 un terminal local (28) que incluye un procesador de control (30), una interfaz de usuario y una memoria, estando el terminal local (28) en comunicación bidireccional con el procesador de la placa madre (8) para permitir a un usuario controlar el sistema,  
 en el que (i) dicho procesador de control (30) se configura para comunicar con dicho procesador de banco de relés (254) mientras dicho banco de relés (32) está conectado con dicho enchufe de banco de relés (16) de dicha placa madre (6), (ii) dicho procesador de control (30) se configura para descubrir automáticamente el banco de relés (32) y asignar una dirección de red al banco de relés (32), (iii) dicho banco de relés (32) se configura para enviar automáticamente al procesador de control (30) información con relación a parámetros de dicho banco de relés (32) tras el descubrimiento y (iv) dicho procesador de control (30) se configura para almacenar la información recibida desde el banco de relés (32) dentro de la memoria del terminal local (28).

25 2. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 1, en el que el procesador de control (30) se configura de modo que difunde una consulta buscando dispositivos no descubiertos y un banco de relés (32) no descubierto difunde una respuesta,  
 y en el que el procesador de control (30) se configura además preferentemente de modo que, si el procesador de control (30) no recibe la respuesta del banco de relés después de un número de intentos, el procesador de control (30) indica una situación de error.

35 3. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 1, que se configura de modo que el banco de relés (32) sea programable por un usuario usando el terminal local (28) y un tipo de dispositivo puede asignarse por el usuario a uno o más de los relés (56a-d) del banco de relés (32).

40 4. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una unidad de control remoto (58) en comunicación con el sistema de control (2), en el que la unidad de control remoto (58) es preferentemente una de entre una unidad de control cableada y una unidad de control inalámbrica.

5. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 4, en el que la unidad de control remoto (58) es una unidad de control inalámbrica y la unidad de control inalámbrica se configura para comunicar con el sistema de control (2) usando una transmisión de radiofrecuencia.

45 6. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 1, en el que la placa madre (6) incluye al menos un conector de bus externo (14, 22) en comunicación eléctrica con el bus interno de la placa madre (10, 12) y en el que el al menos un conector de bus externo (14, 22) se configura para permitir que se conecte un componente inteligente (24, 26) a la placa madre del panel de control principal (6).

50 7. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 6, en el que el al menos un conector de bus externo es uno de entre un conector de bus RS-485 de alta velocidad (14) o un conector de bus RS-485 de baja velocidad (22).

55 8. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 6, en el que la placa madre (6) incluye un conector de bus RS-485 de alta velocidad y un conector de bus RS-485 de baja velocidad.

9. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 6, que comprende adicionalmente un panel de expansión (54) conectado con el al menos un conector de bus externo (14, 22), incluyendo el panel de expansión (54):

- 60 un procesador de panel de expansión (161);  
 un conector;  
 uno o más enchufes de banco de relés (194, 192);  
 una o más ranuras de expansión (188a-188n); y
- 65 un bus interno (189) configurado para establecer comunicación bidireccional entre el procesador del panel de expansión (161), el conector, los uno o más enchufes de banco de relés (194, 192) y las una o más ranuras de

- expansión (188a-188n),  
en el que (i) dicho procesador de control (30) se configura para comunicar con dicho procesador del panel de expansión (161) mientras dicho panel de expansión (54) está conectado con dicho al menos un conector de bus externo (14, 22) de dicha placa madre (6) y (ii) dicho procesador de control (30) se configura para descubrir automáticamente el panel de expansión (54) y asignar una dirección de red al panel de expansión (54).
10. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 9, que comprende adicionalmente un segundo banco de relés conectable a dichos uno o más enchufes de banco de relés (194, 192) del panel de expansión (54) y que incluye un procesador de banco de relés (254), una memoria, un bus interno, una pluralidad de relés y un conector, estando el bus interno configurado para establecer comunicación bidireccional entre el procesador del banco de relés (254) y el procesador del panel de expansión (161) cuando el banco de relés está conectado a los uno o más enchufes de banco de relés (194, 192) del panel de expansión (54),  
en el que (i) dicho procesador de control (30) se configura para comunicar con dicho procesador del banco de relés (254) por medio del procesador del panel de expansión (161) mientras dicho banco de relés está conectado con dichos uno o más enchufes de banco de relés (194, 192) del panel de expansión (54), (ii) dicho procesador de control (30) se configura para descubrir automáticamente el banco de relés y asignar una dirección de red al banco de relés, (iii) dicho banco de relés se configura para enviar automáticamente al procesador de control (30) información con relación a parámetros de dicho banco de relés tras el descubrimiento y (iv) dicho procesador de control (30) se configura para almacenar la información recibida desde el banco de relés dentro de la memoria del terminal local (28).
11. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 6, que comprende adicionalmente al menos uno de entre una estación base de radiofrecuencia, un banco de relés del panel de expansión, un terminal de montaje mural, un módulo de expansión de entrada/salida (626), un módulo de detección química (700), una bomba de velocidad variable y un clorador de sal conectado a el al menos un conector de bus externo (14, 22) de la placa madre (6).
12. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 1, en el que la placa madre (6) comprende adicionalmente un subsistema de control de clorador (36) que incluye un conector de clorador (140) y en el que el sistema de control de piscina o hidromasaje (2) comprende además opcionalmente un clorador (50) conectado al conector de clorador (140) de la placa madre (6).
13. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 1, en el que el bus interno de la placa madre (6) es uno de entre un bus RS-485 de alta velocidad (10) y un bus RS-485 de baja velocidad (12).
14. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 1, que comprende además un segundo bus interno, en el que el primer bus interno es un bus RS-485 de baja velocidad (10) y el segundo bus interno es un bus RS-485 de alta velocidad (12).
15. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 1, en el que la placa madre (6) incluye
- al menos un relé actuador en comunicación eléctrica con el procesador de la placa madre (8) y configurado para tener al menos un actuador conectado al mismo, y/o
  - al menos un relé de baja potencia (40) en comunicación eléctrica con el procesador de la placa madre (8) y configurado para tener al menos un dispositivo de baja potencia conectado al mismo, y/o
  - al menos un conector de sensor en comunicación eléctrica con el procesador de la placa madre (8) y configurado para tener al menos un sensor conectado al mismo.
16. El sistema de control de piscina o hidromasaje (2) de la reivindicación 1, en el que el terminal local (28) incluye al menos uno de entre un puerto Ethernet, un puerto del bus serie universal y un puerto micro SD en comunicación eléctrica con el procesador de control del terminal local (30), en el que el sistema (2) puede actualizarse preferentemente a través del puerto Ethernet, el puerto del bus serie universal o el puerto micro SD.
17. Un banco de relés (32) para un controlador de piscina o hidromasaje, que comprende:
- una carcasa (55);
  - un procesador del banco de relés (254);
  - una memoria;
  - un conector; y
  - una pluralidad de relés (56a-d) tal como relés de alta tensión, conectables la pluralidad de relés (56a-d) con un dispositivo controlable tal como una bomba, un calentador, una luz y una unidad de dispensado de pH, en el que el procesador del banco de relés (254), la memoria, el conector y la pluralidad de relés (56a-d) están en comunicación eléctrica,
  - en el que el procesador del banco de relés (254) se configura para almacenar una configuración del banco de relés (32) que incluye parámetros asociados con cada uno de dicha pluralidad de relés (56a-d), y
  - en el que dicho banco de relés (32) se conecta de modo extraíble con un sistema de control (2) de piscina o hidromasaje como se enumera en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, pudiendo el banco de relés

(32) ser descubierto por el procesador de control (30) del sistema de control (2) y estando configurado para permitir al procesador de control descubrir automáticamente el banco de relés (32), asignar al banco de relés (32) una dirección de red y configurar los relés (56a-d) del banco de relés (32) y recibir instrucciones de control desde el procesador de control (254).

5 18. El banco de relés (32) de la reivindicación 17, que se configura de modo que un usuario pueda configurar cada uno de la pluralidad de relés (56a-d) a través del sistema de control (2).

10 19. El banco de relés (32) de la reivindicación 17, en el que el banco de relés (32) puede conectarse a un conector RS-485 del sistema de control (2).

15 20. El banco de relés (32) de la reivindicación 17, que se configura de modo que permite que los dispositivos conectados a uno de la pluralidad de relés (56a-d) sean automáticamente descubiertos por el sistema de control (2) y se les asigne una dirección de red, en el que el banco de relés (32) se configura preferentemente para ser autenticado por el sistema de control (2) previamente a que se le asigne una dirección de red por el sistema de control (2).

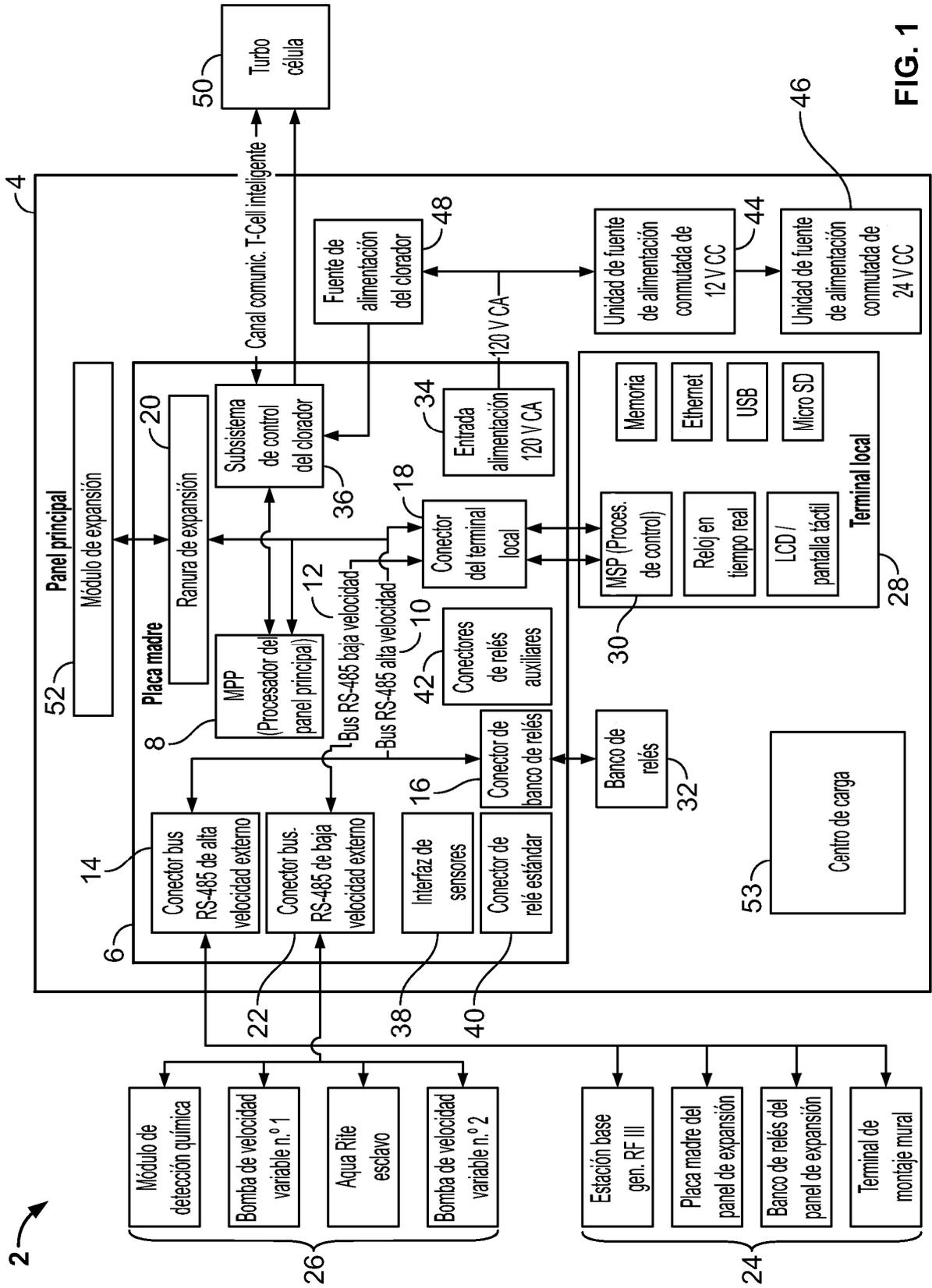


FIG. 1

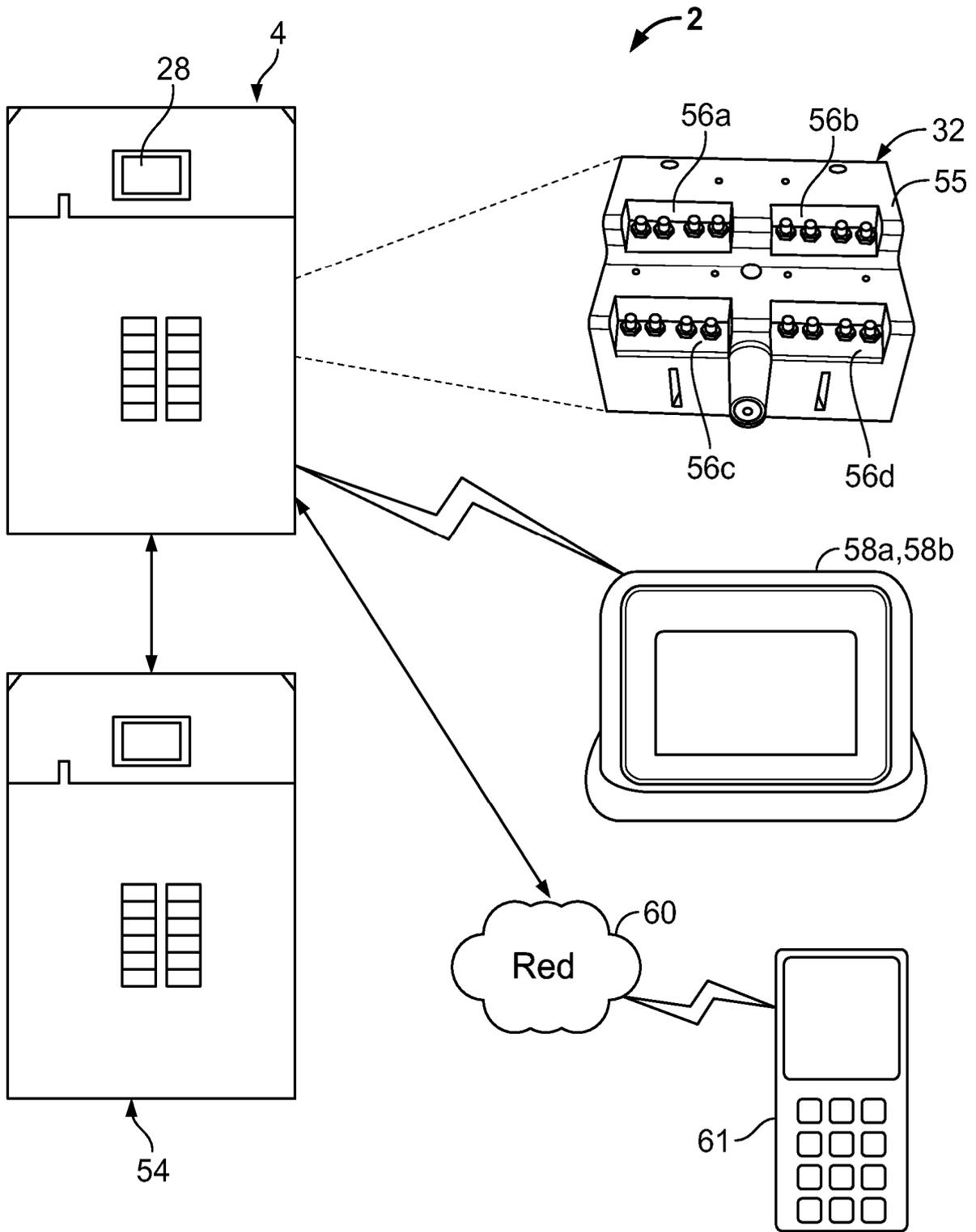


FIG. 2

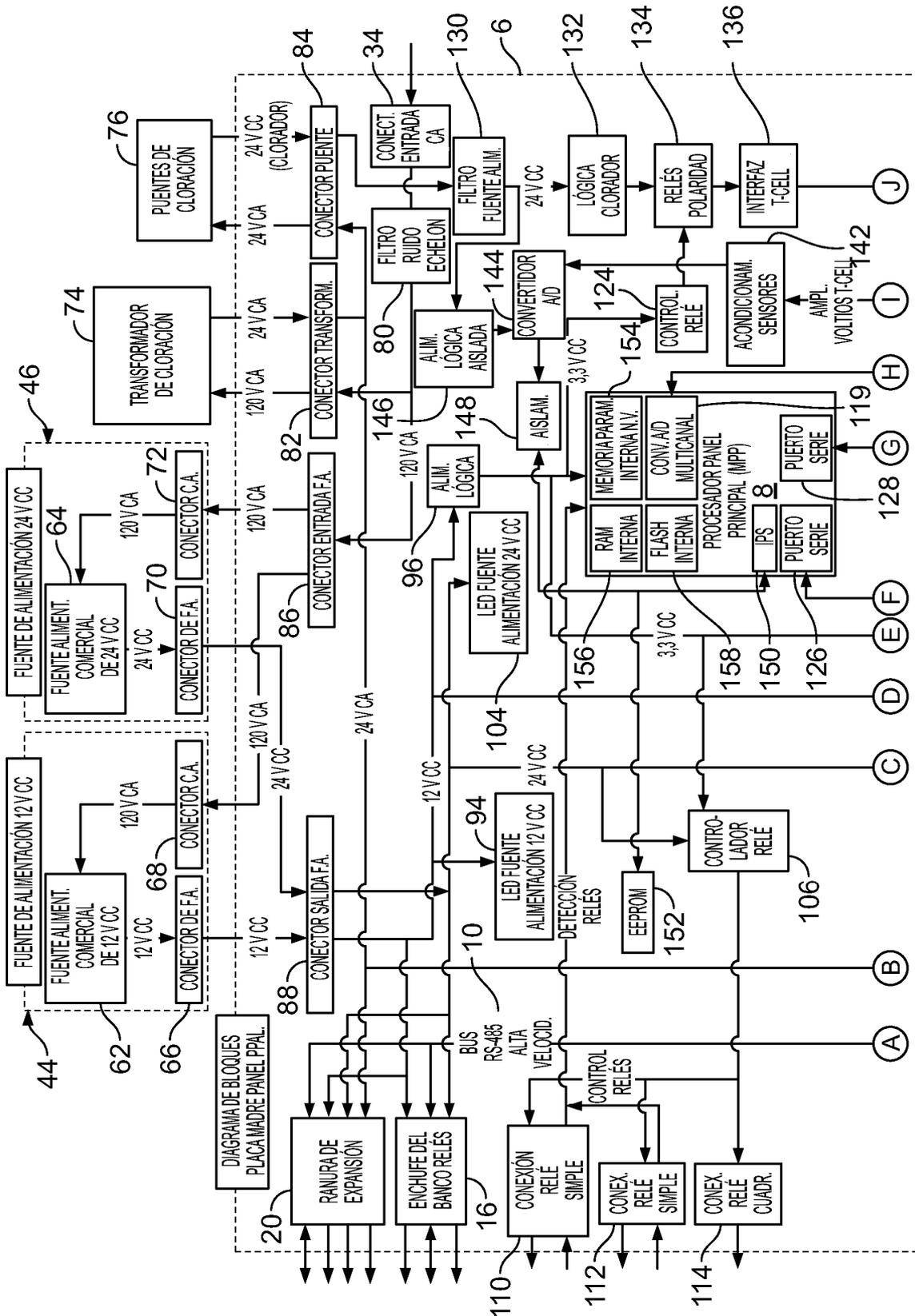


FIG. 3

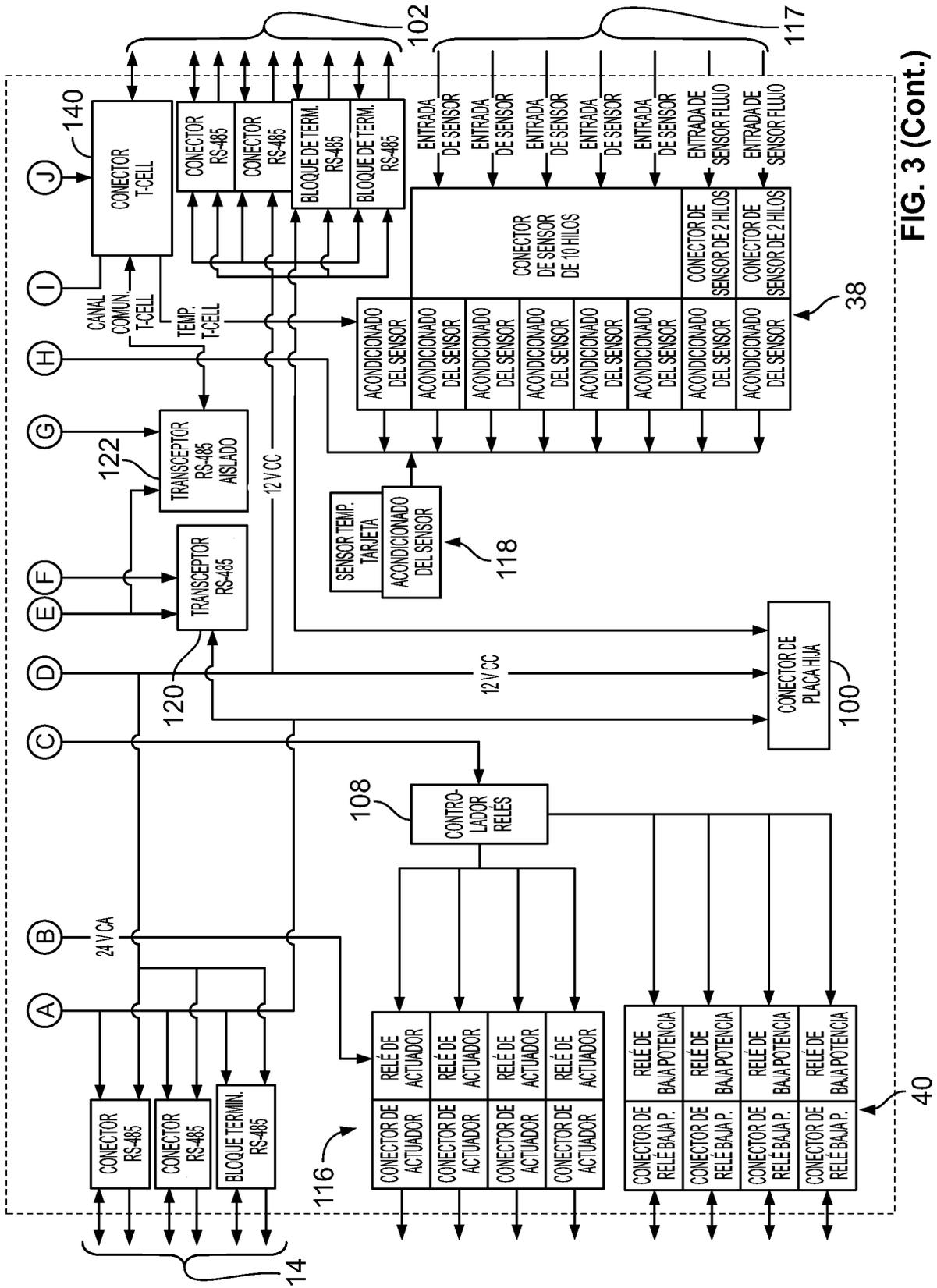


FIG. 3 (Cont.)



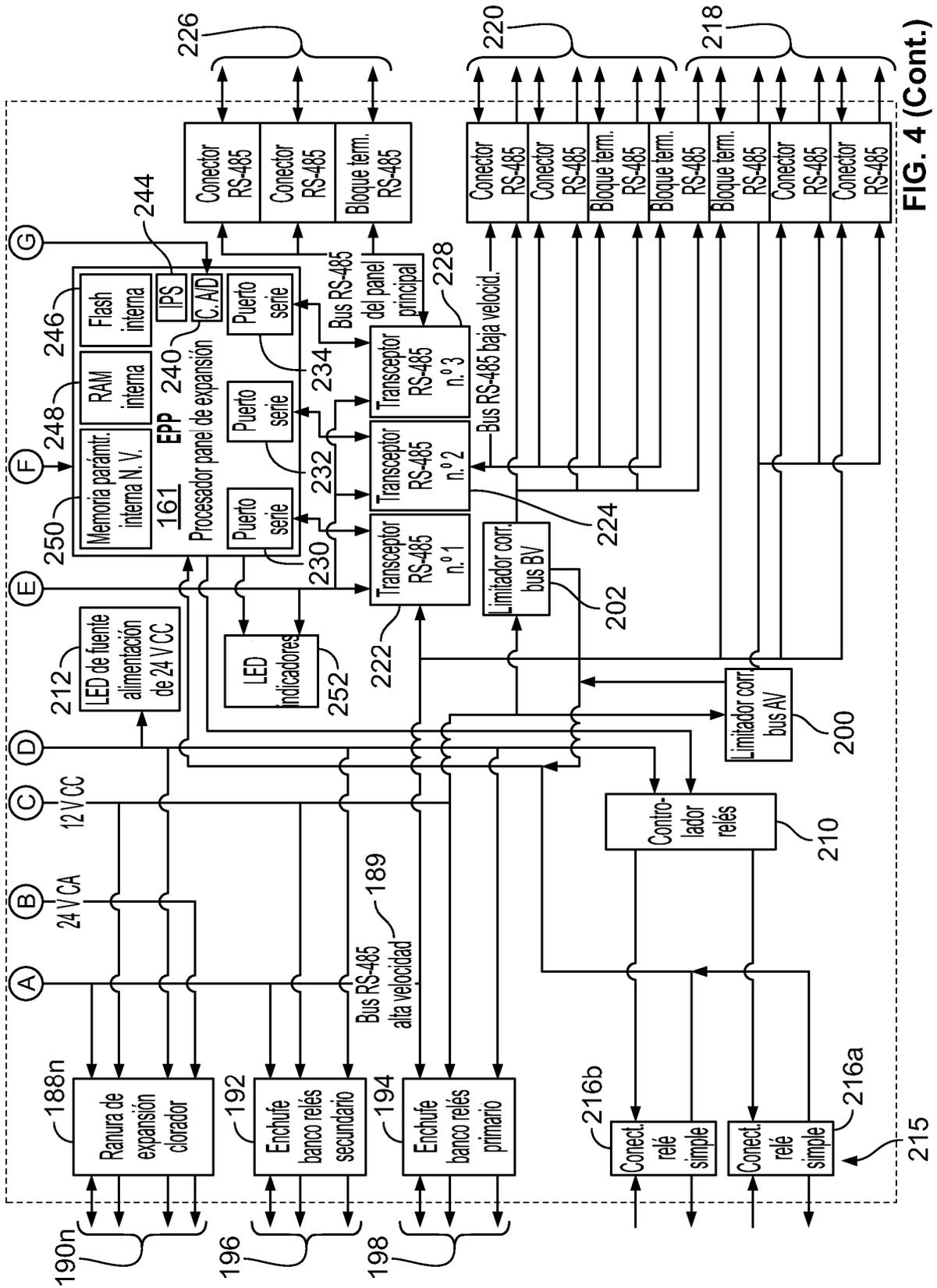


FIG. 4 (Cont.)

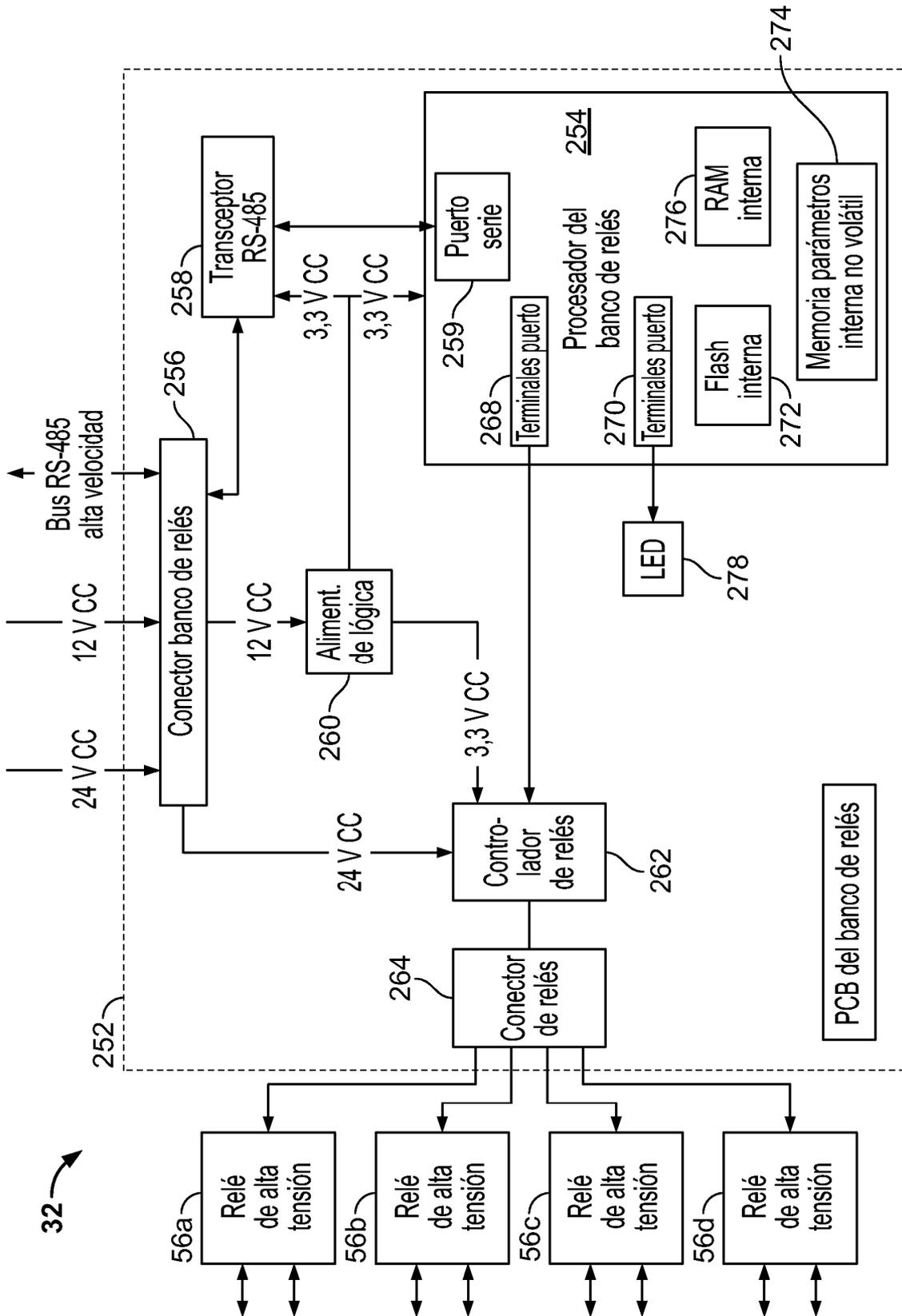


FIG. 5

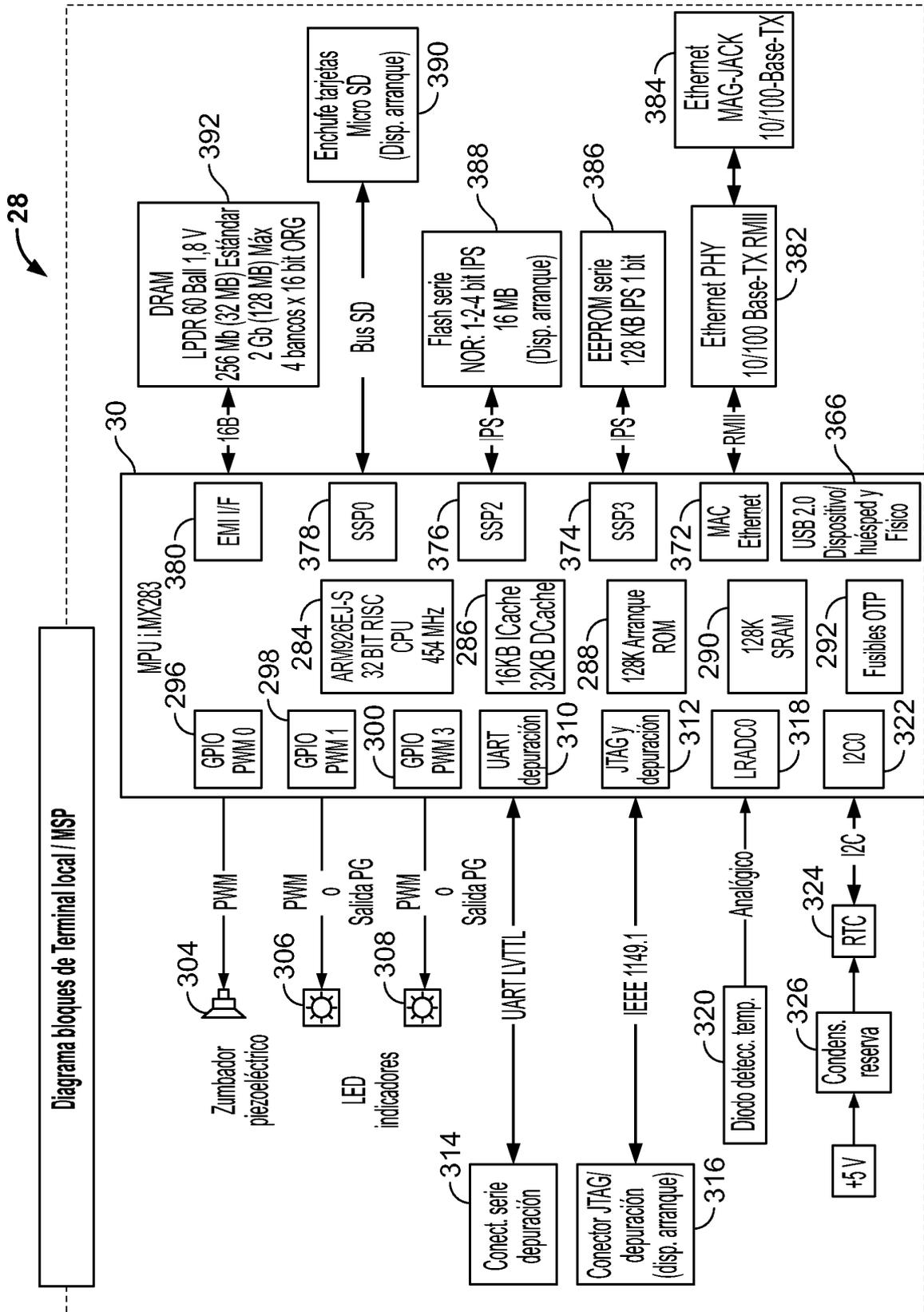


FIG. 6

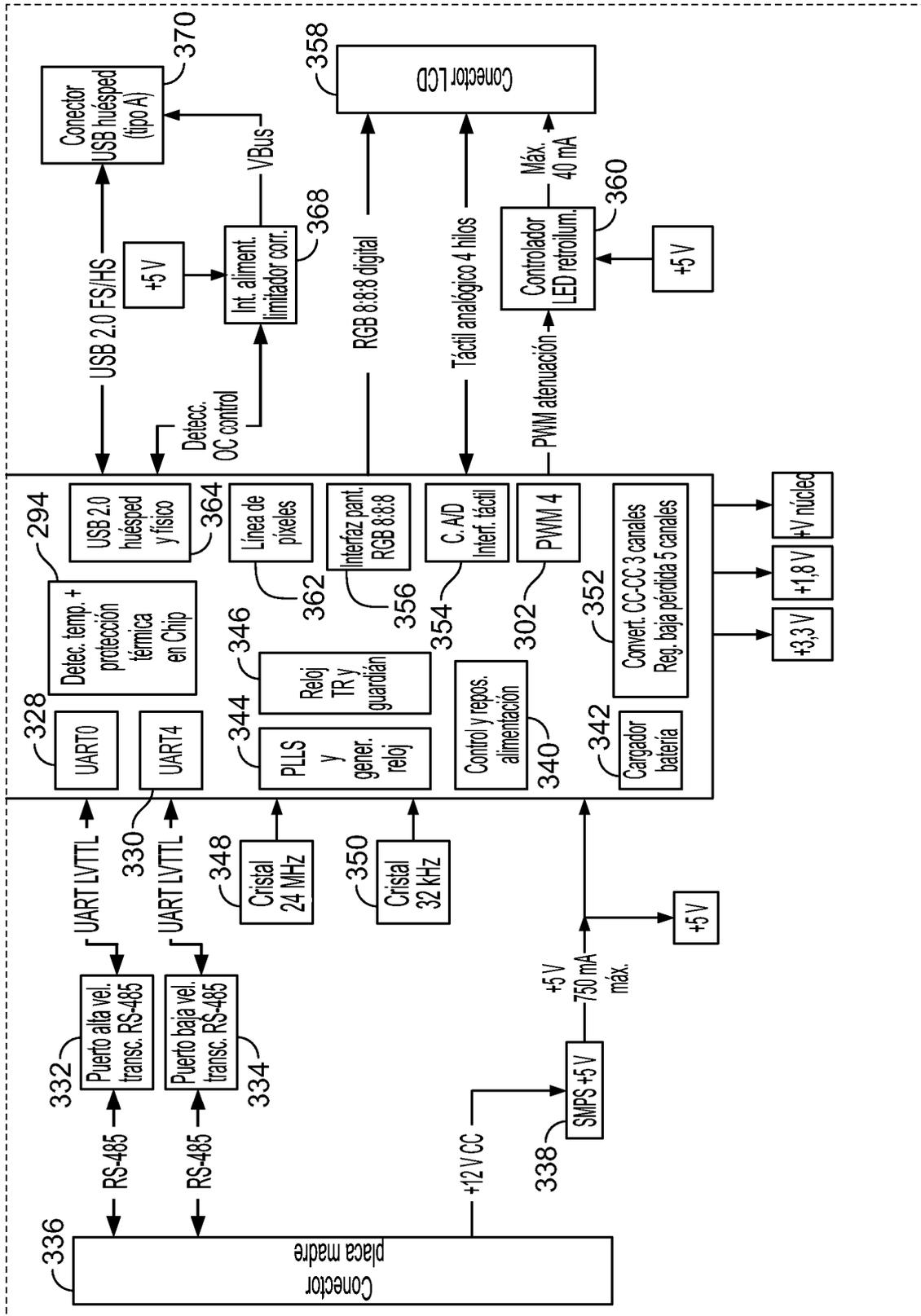


FIG. 6 (Cont.)

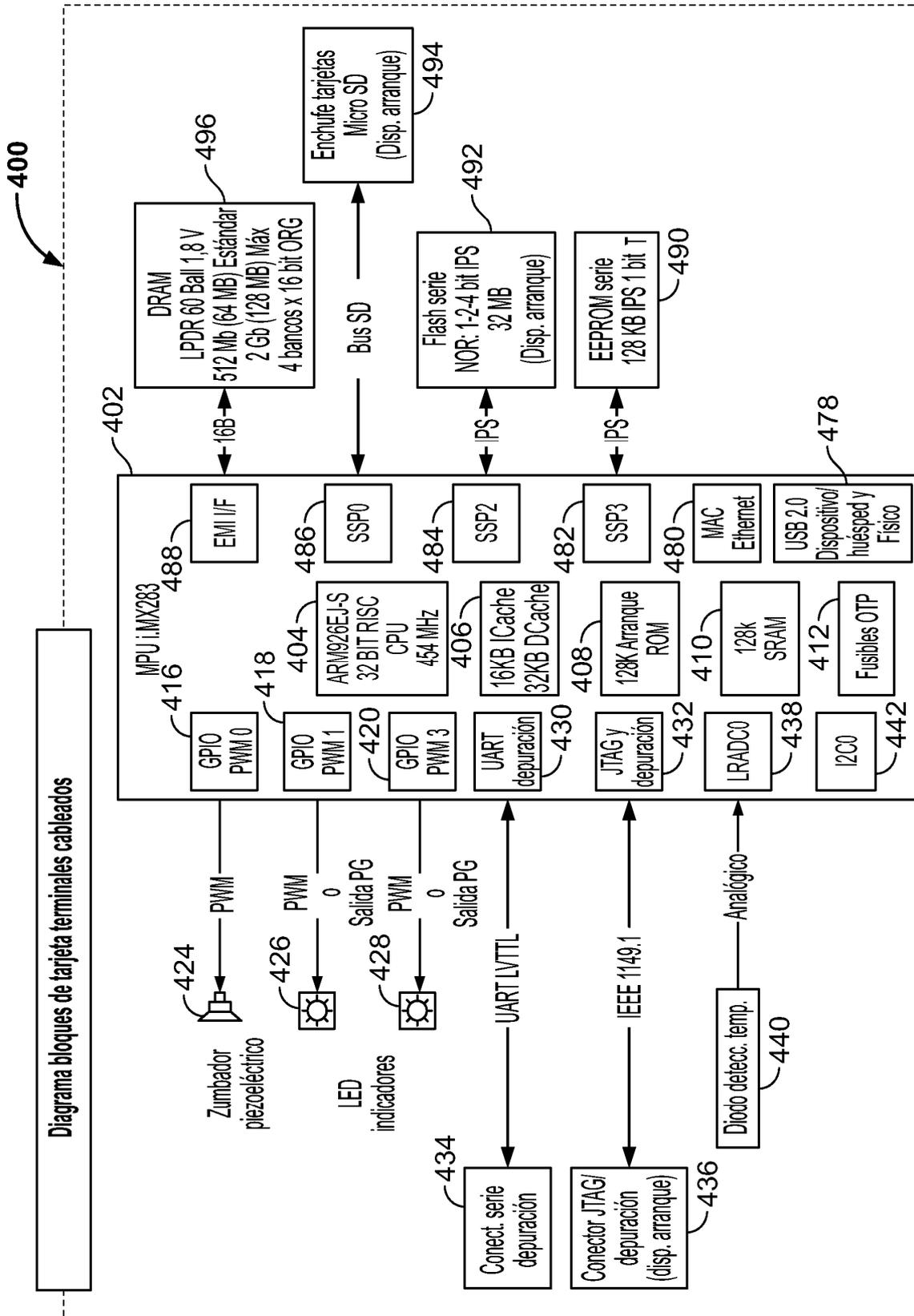


FIG. 7

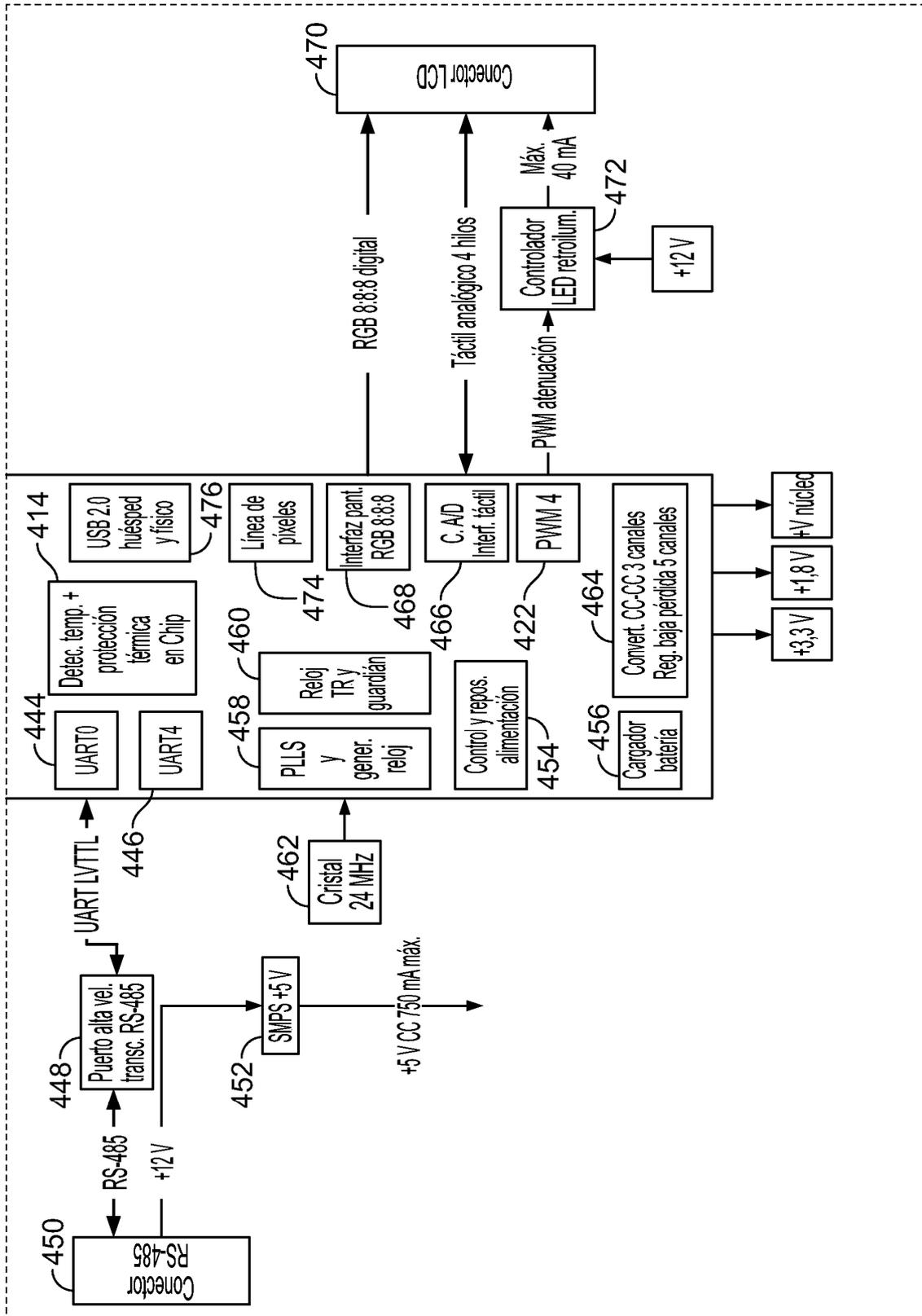


FIG. 7 (Cont.)

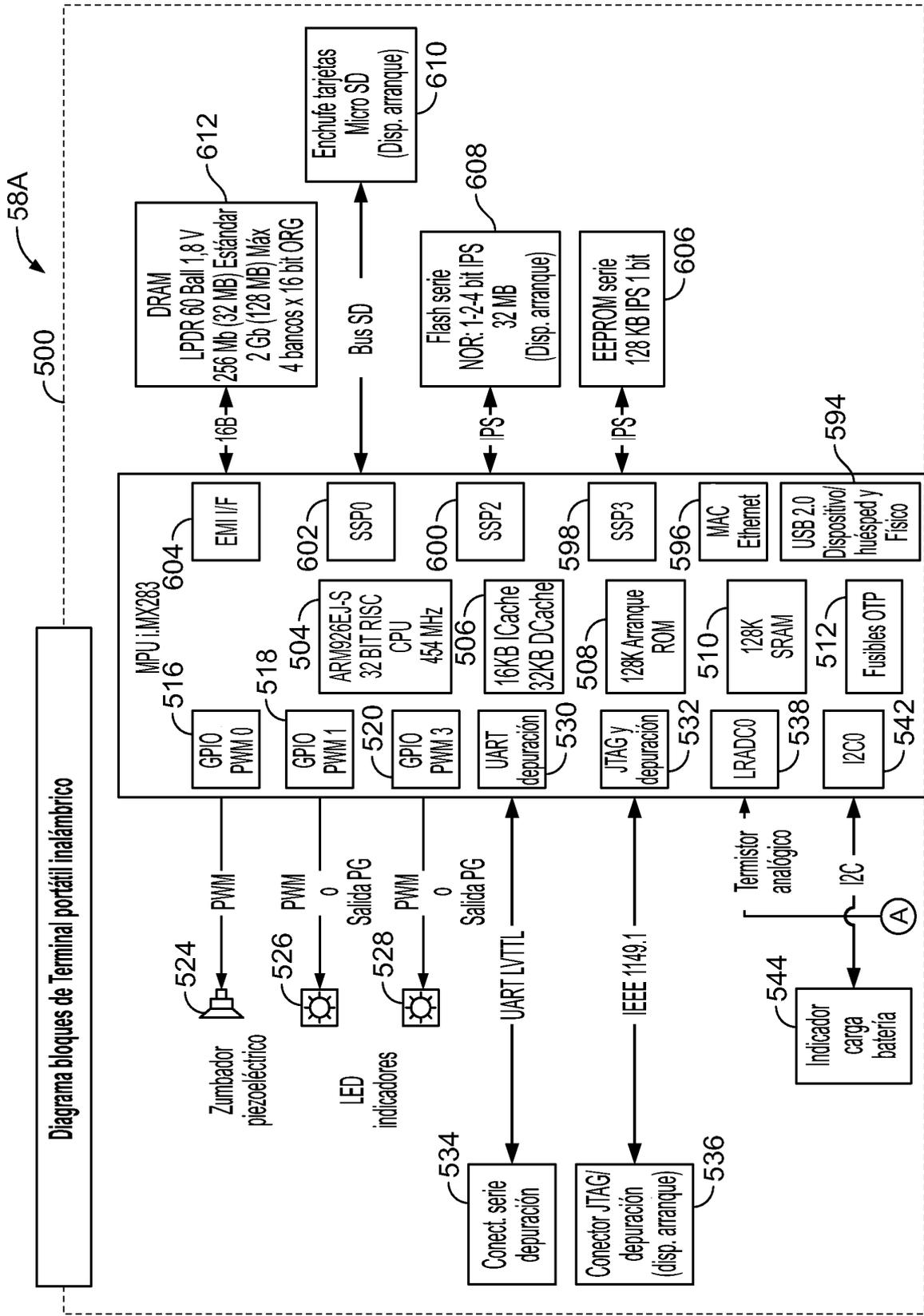


FIG. 8A

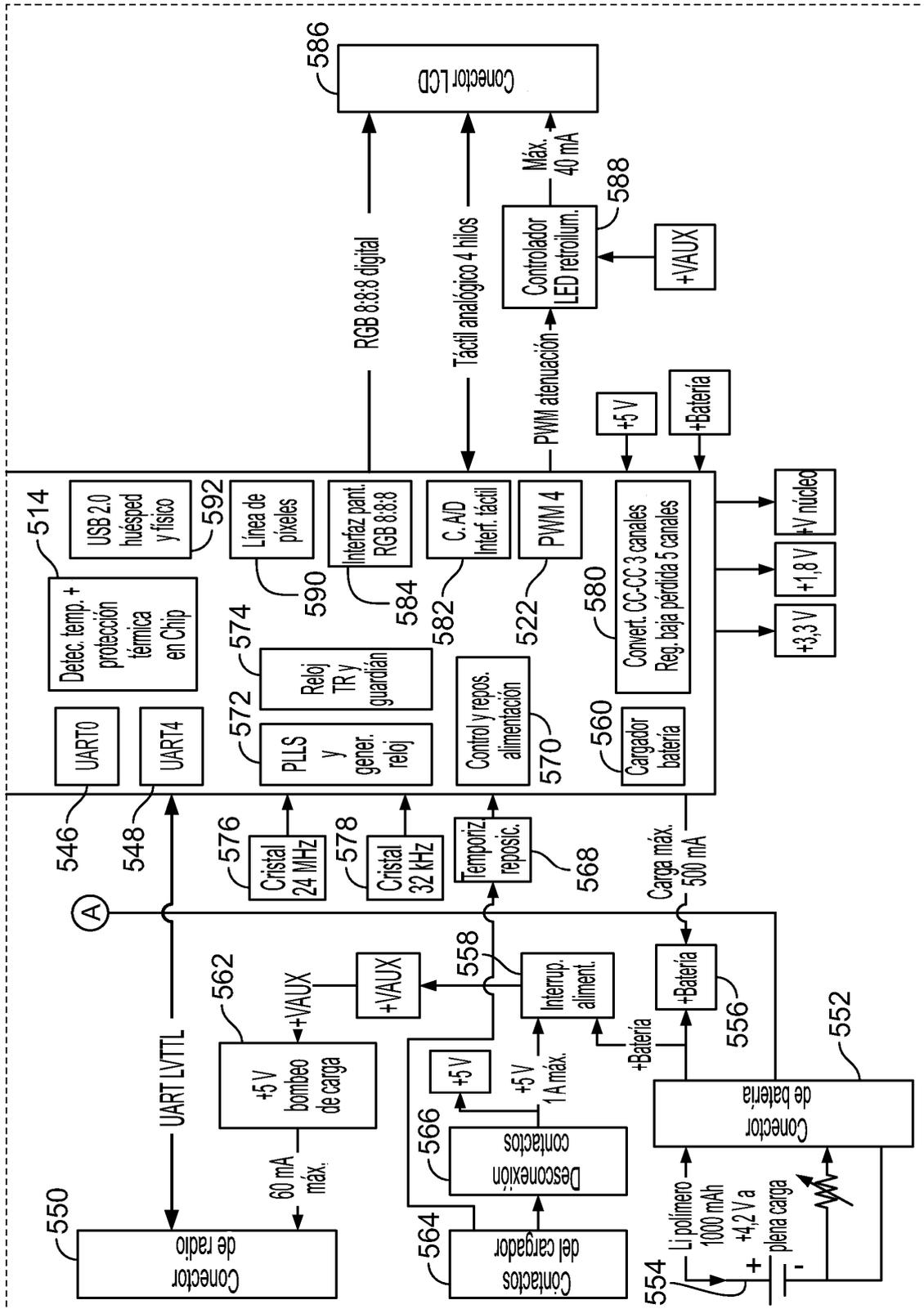


FIG. 8A (Cont.)

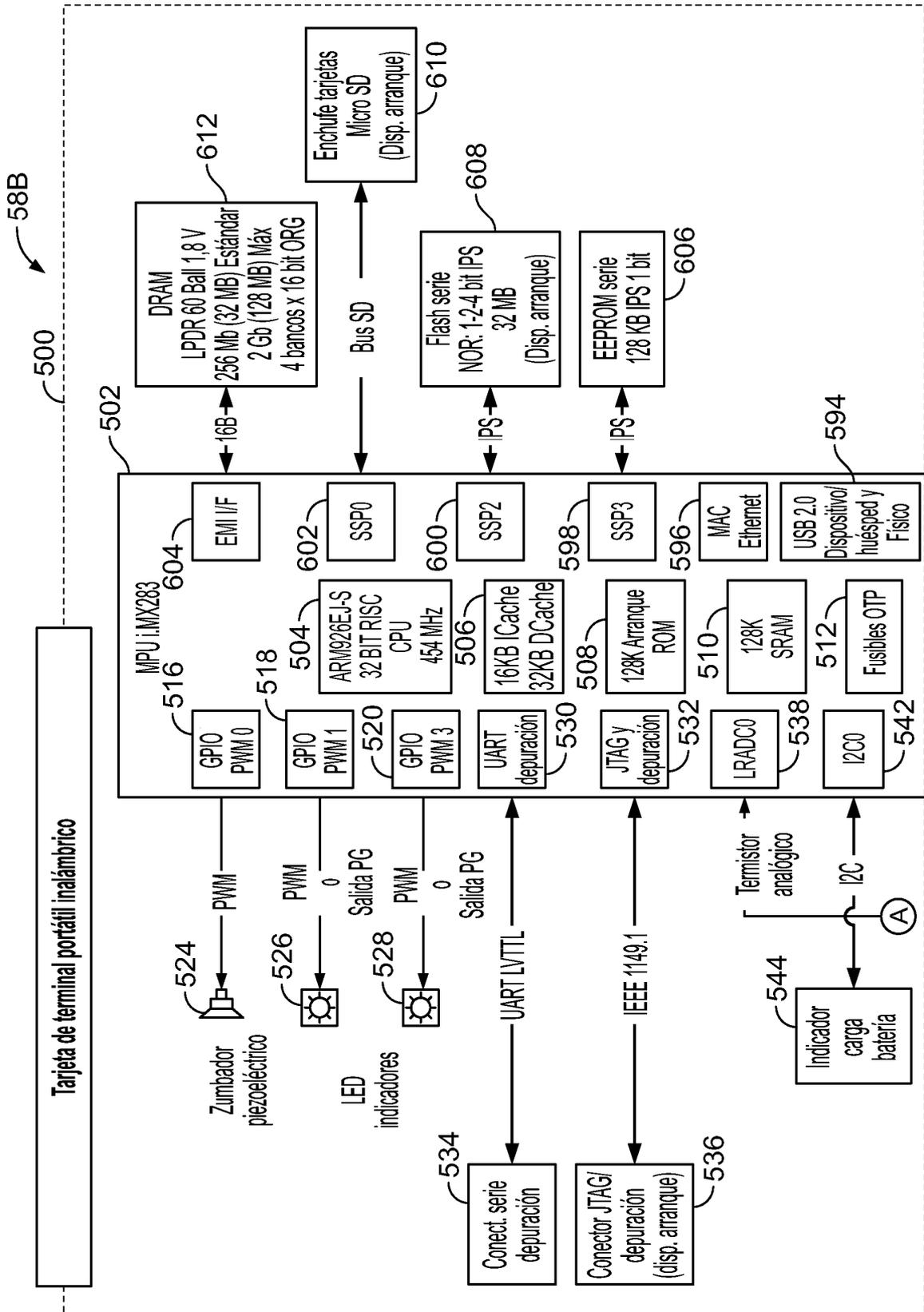


FIG. 8B

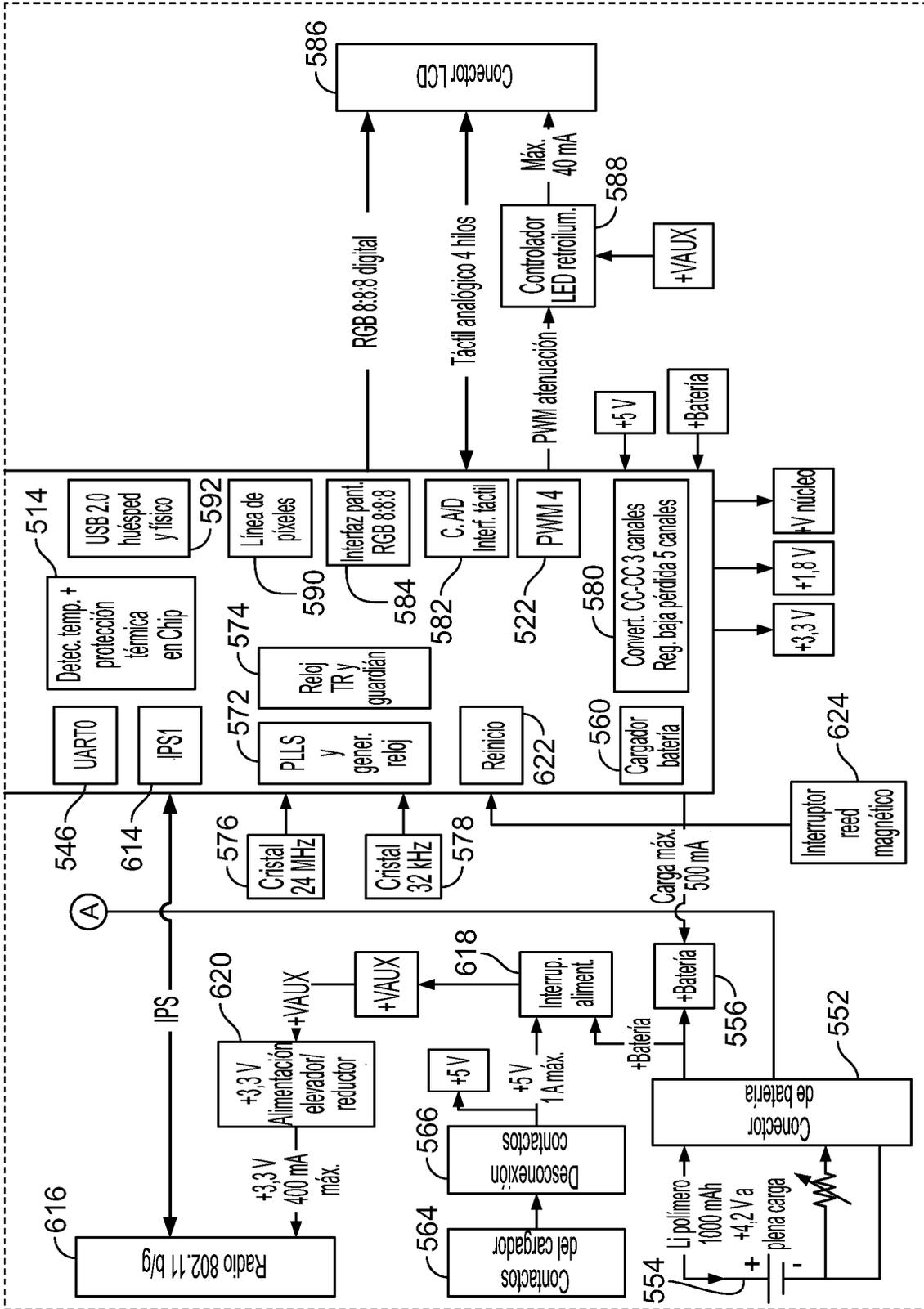


FIG. 8B (Cont.)

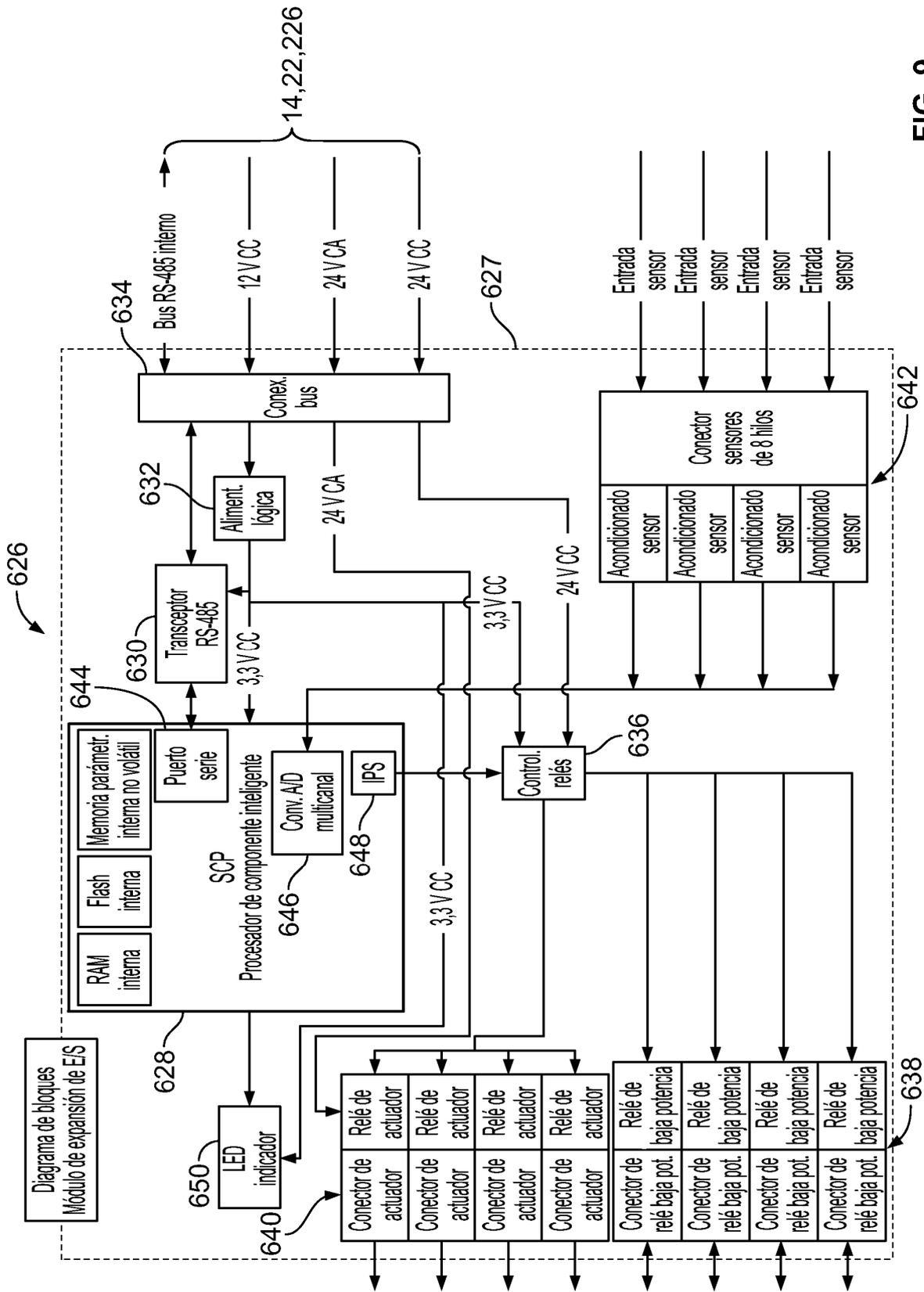


FIG. 9

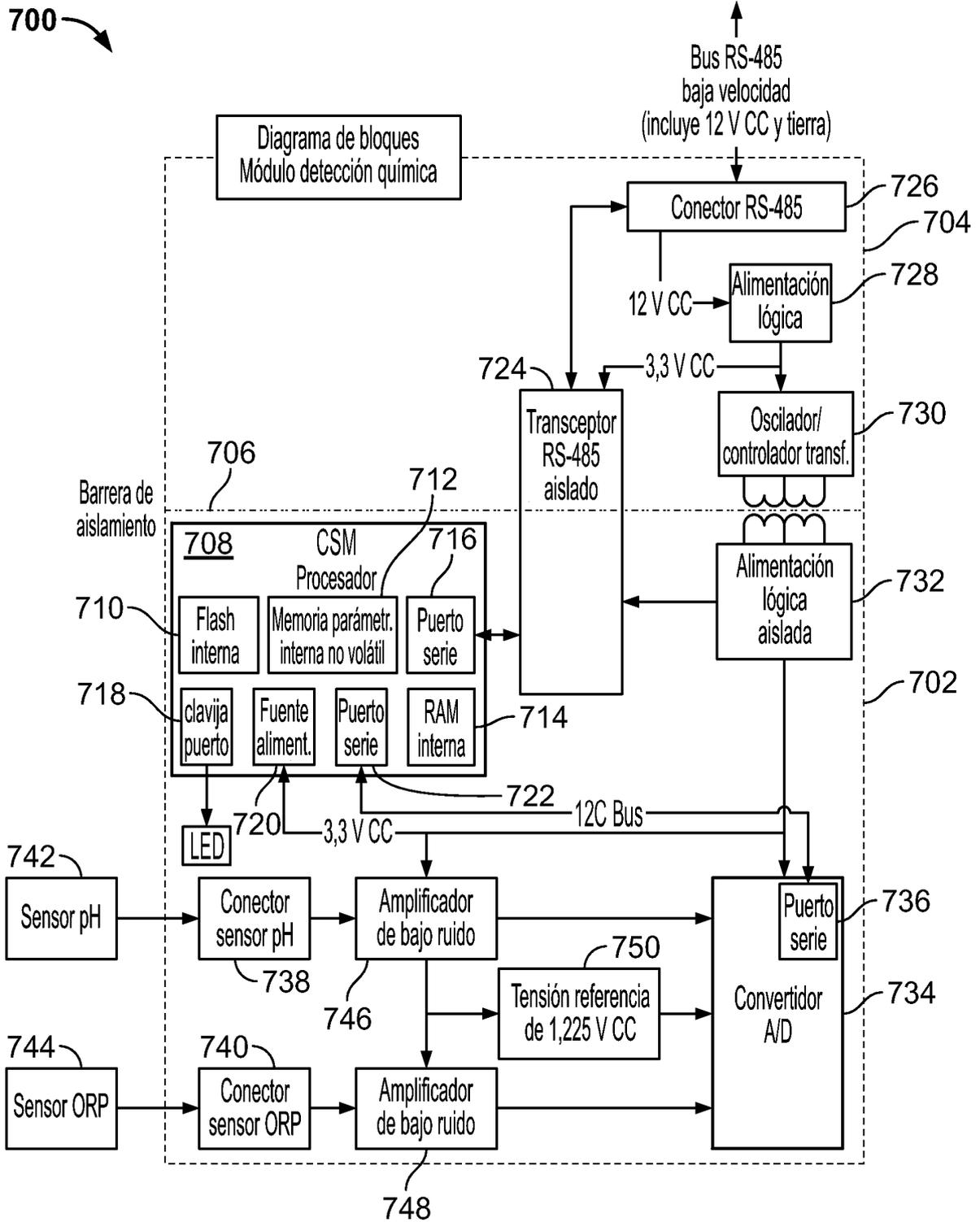


FIG. 10

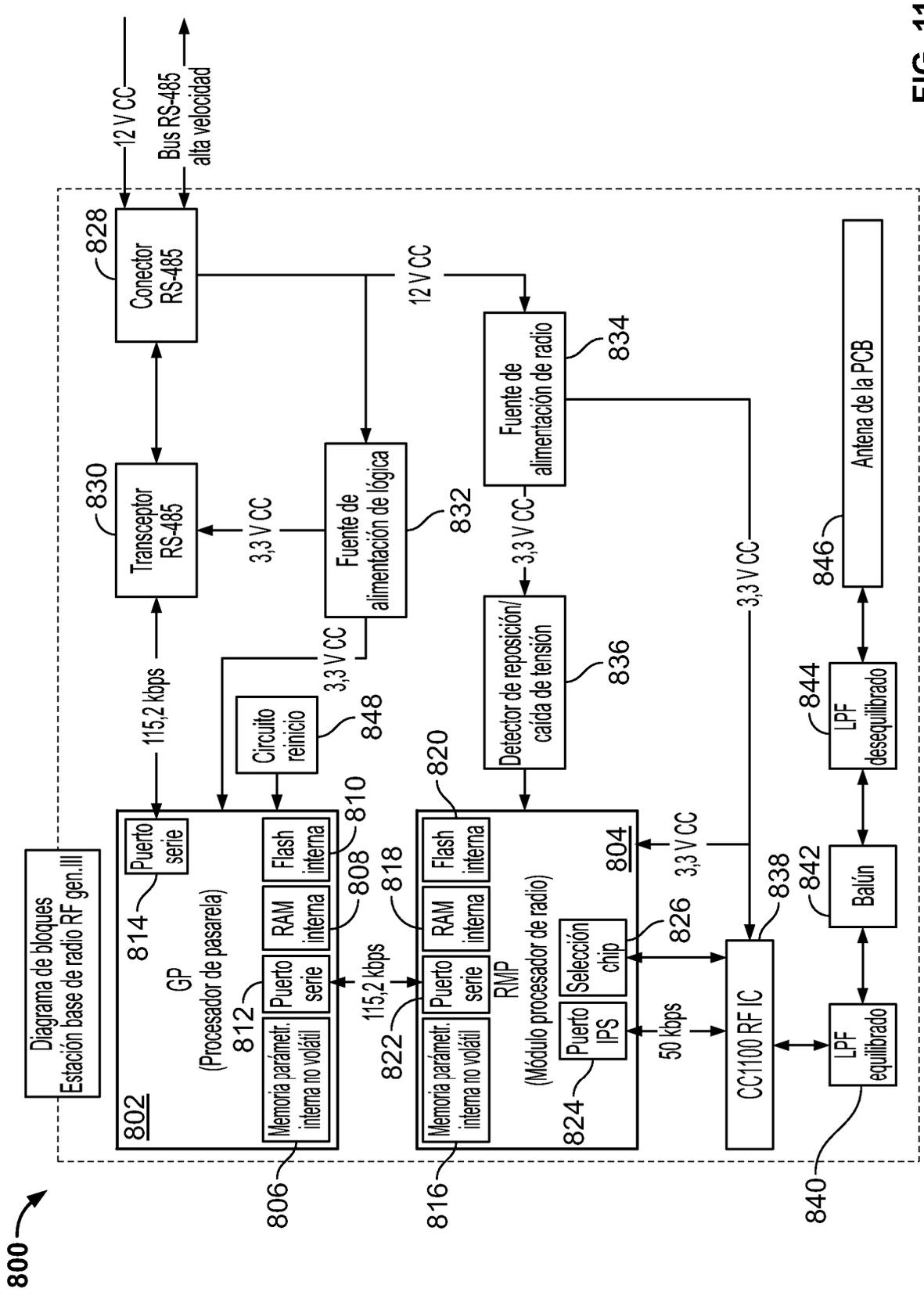


FIG. 11

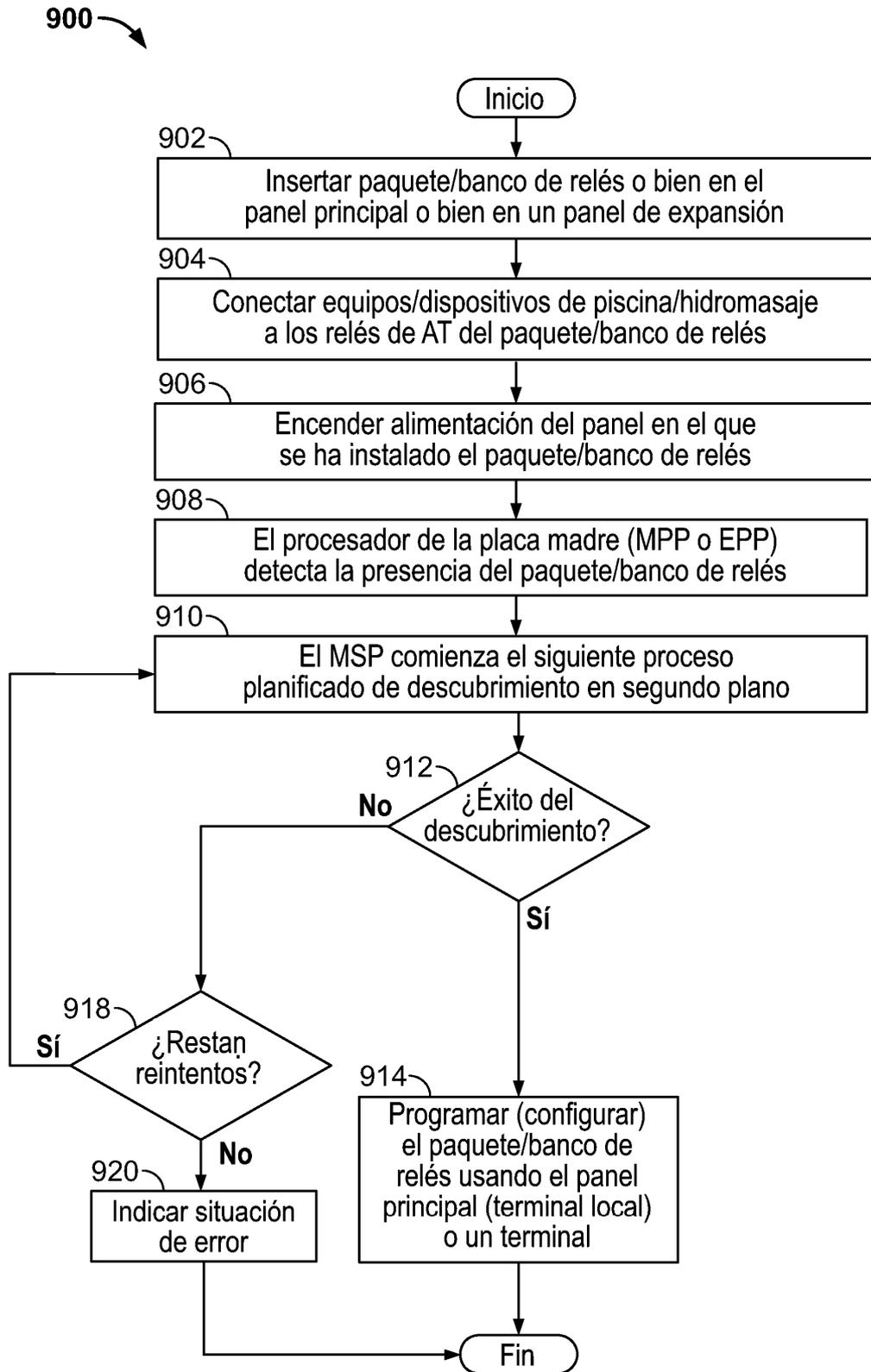


FIG. 12

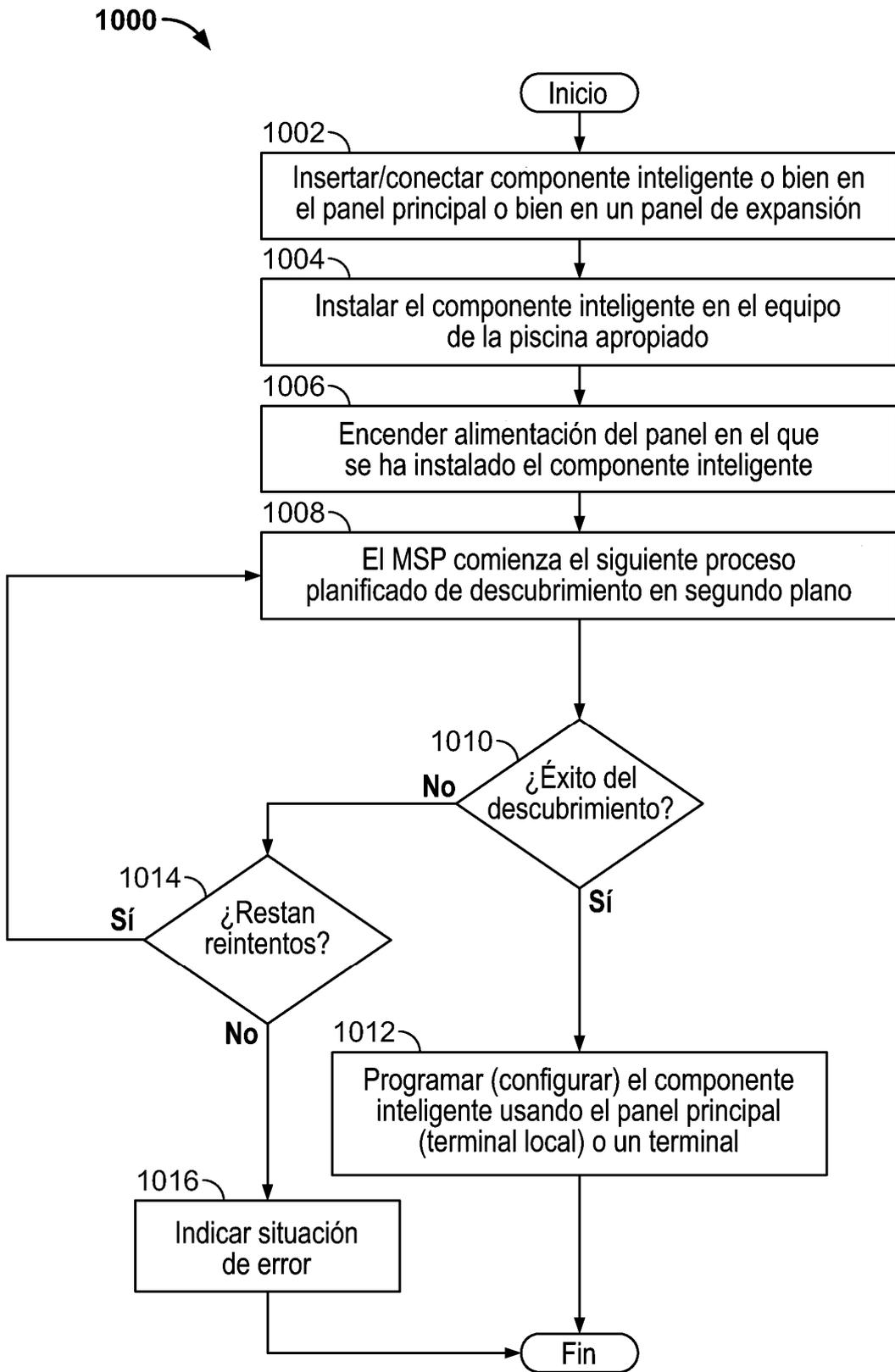


FIG. 13

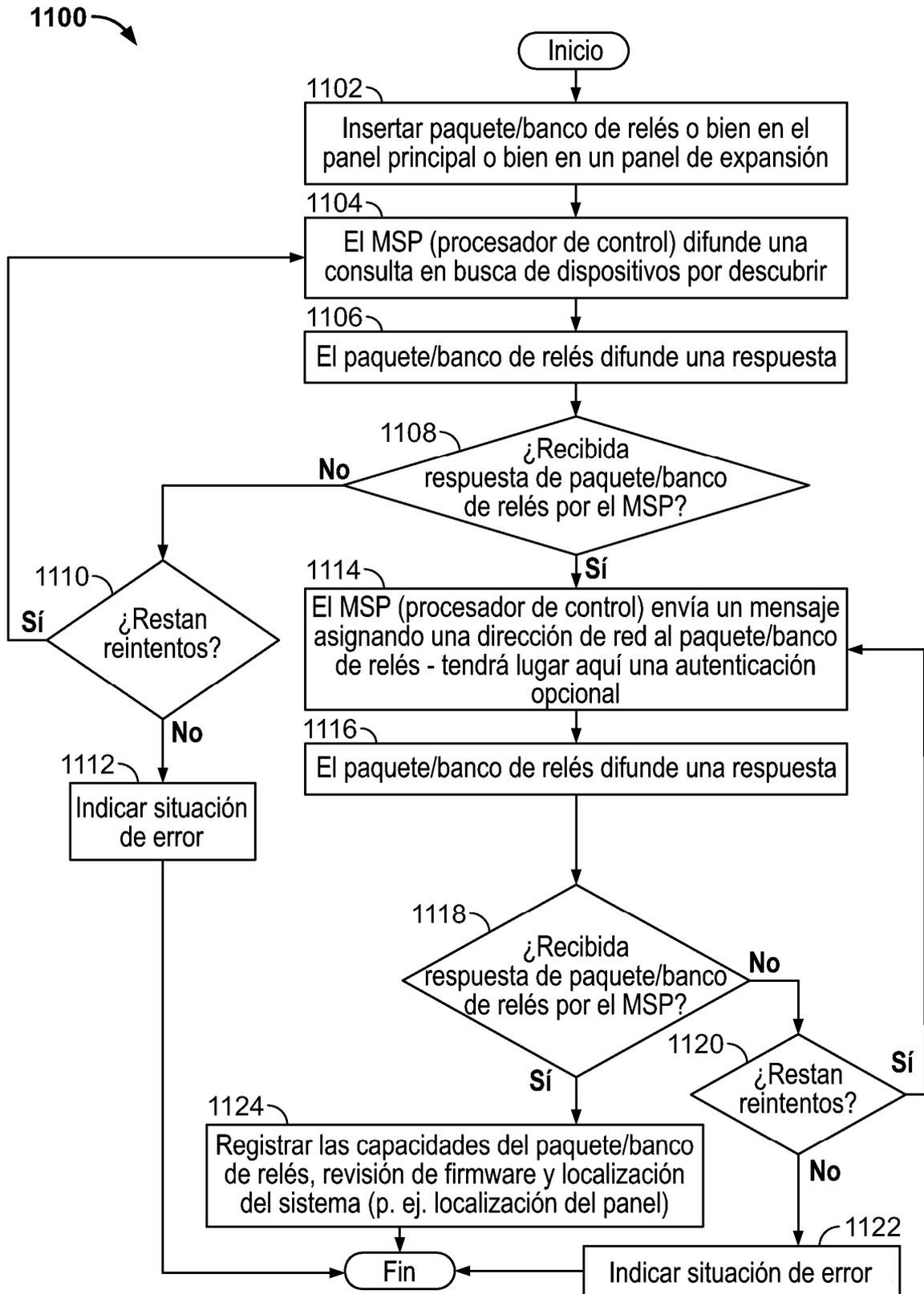


FIG. 14

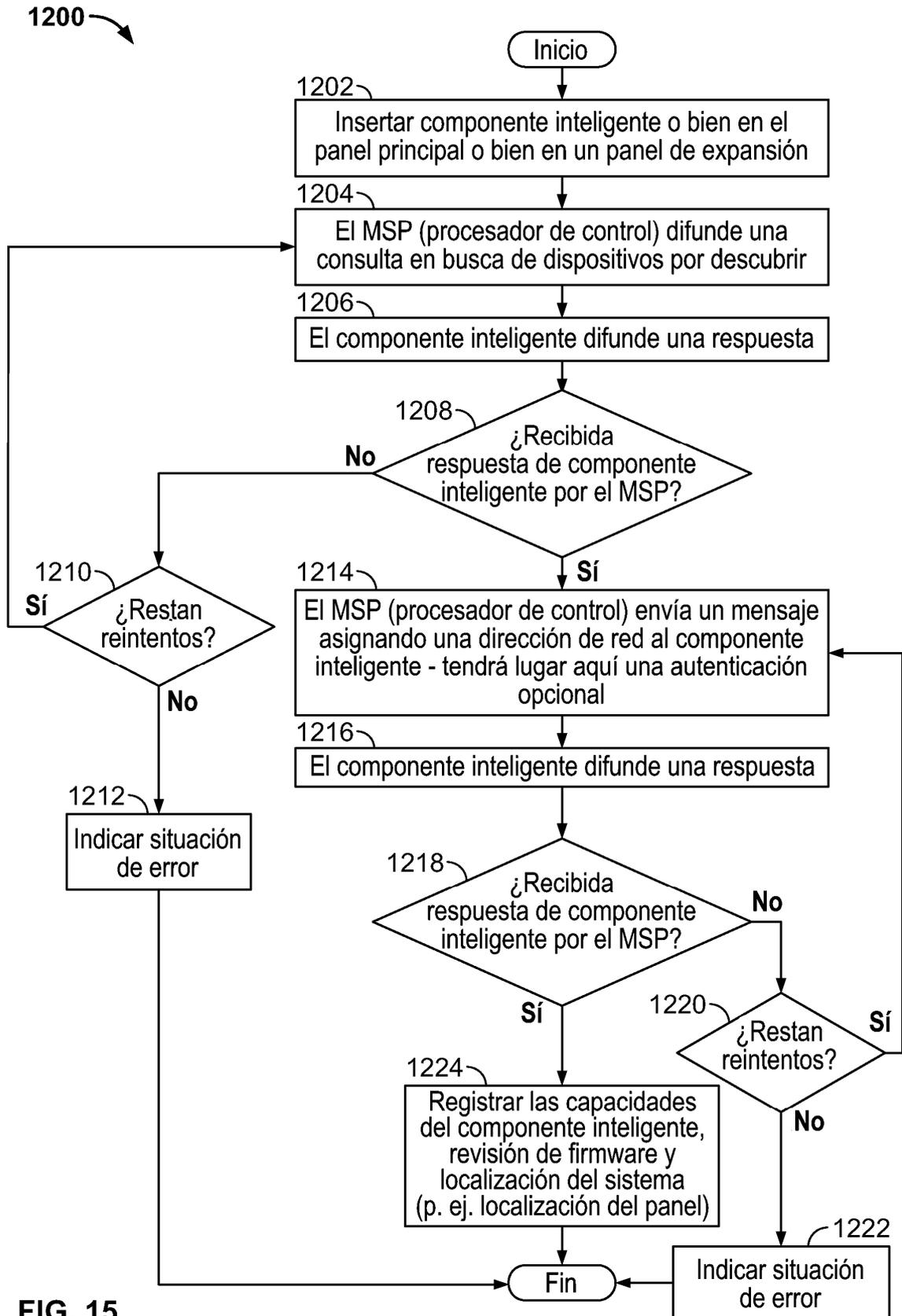


FIG. 15

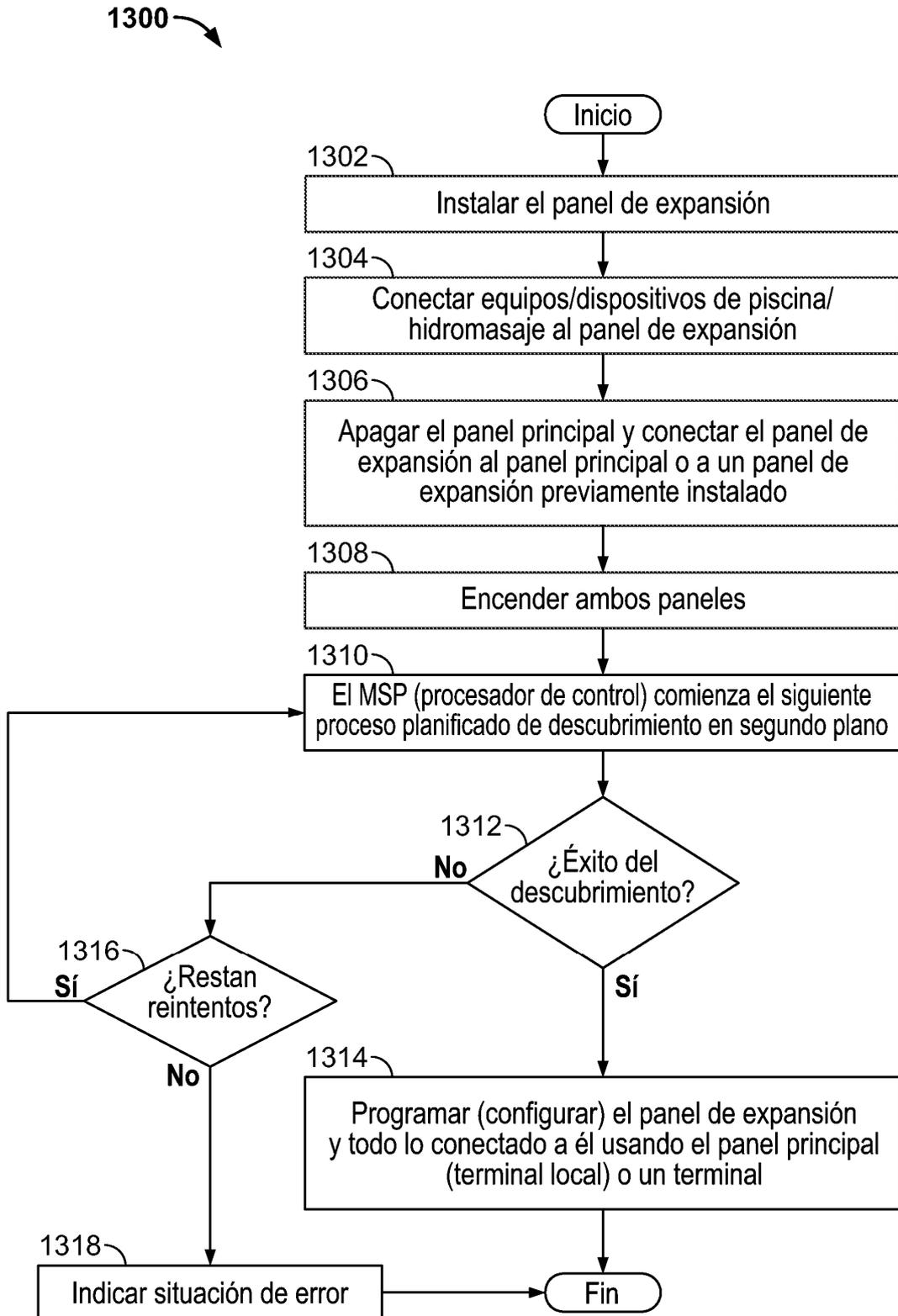


FIG. 16

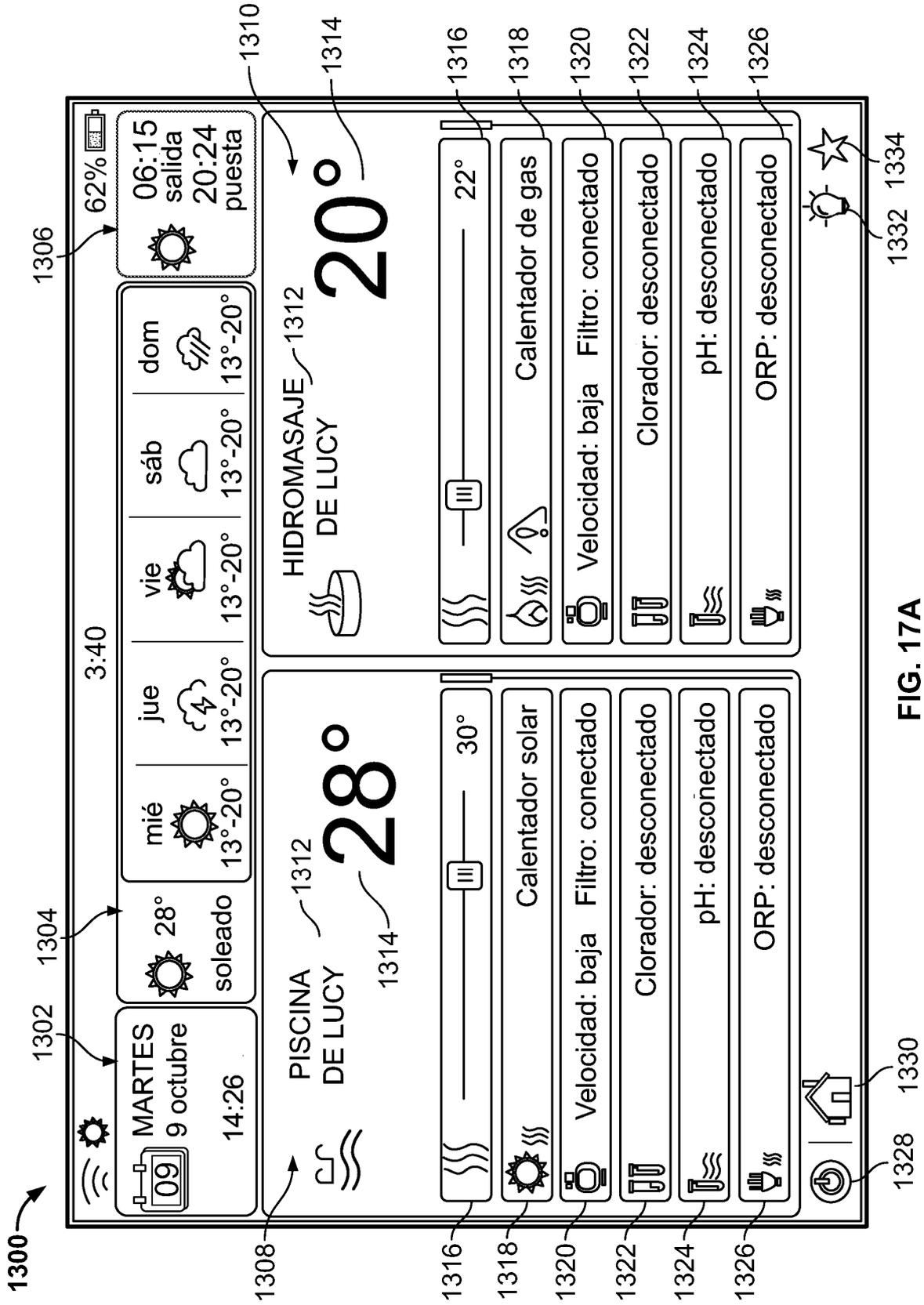


FIG. 17A

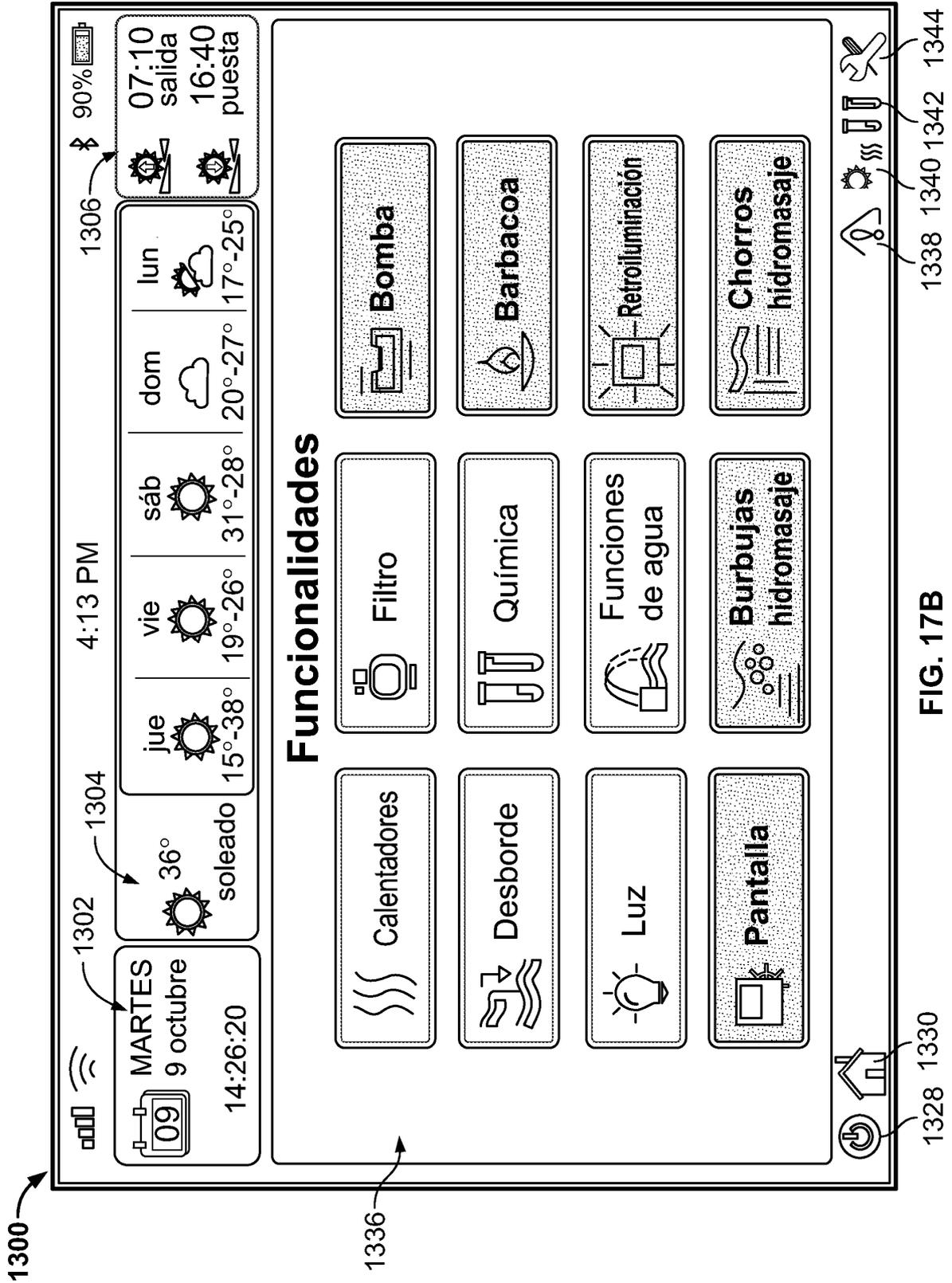


FIG. 17B

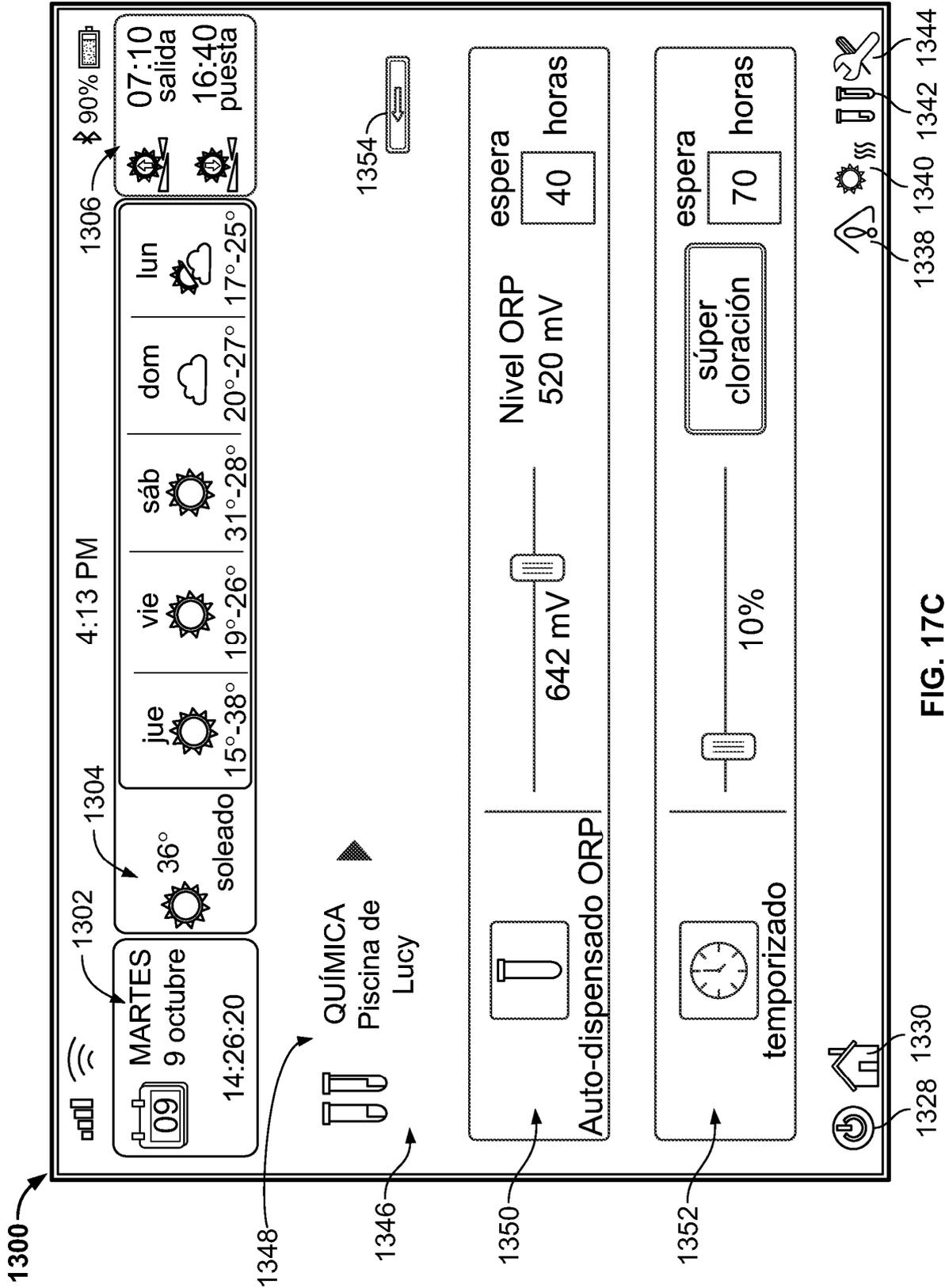


FIG. 17C

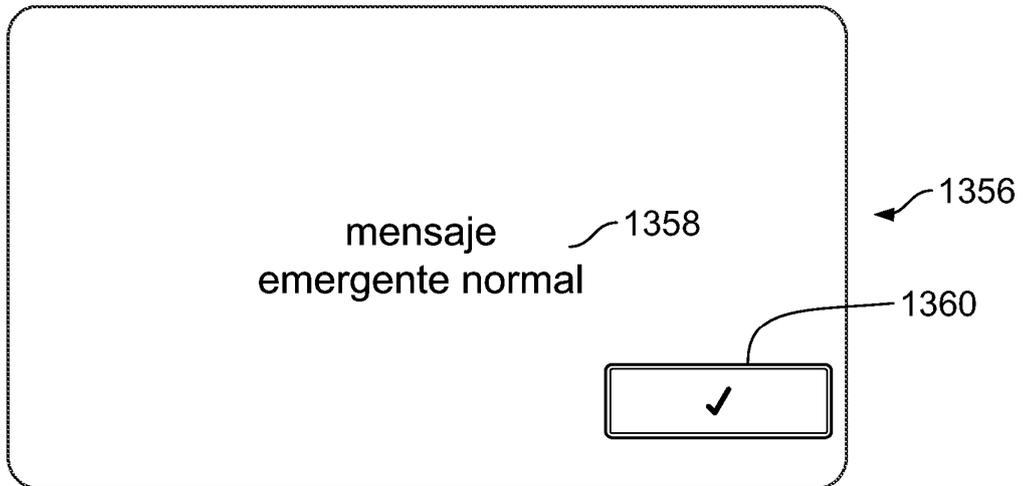


FIG. 18A

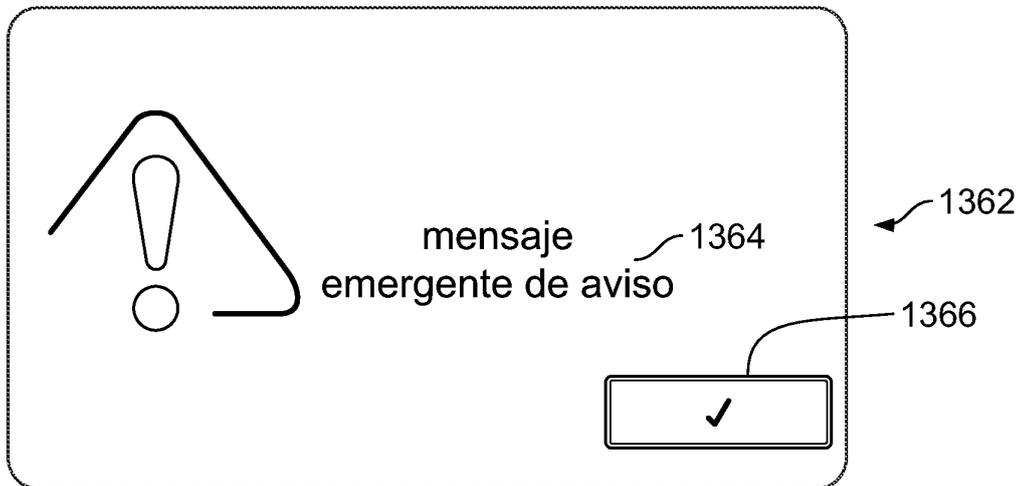


FIG. 18B

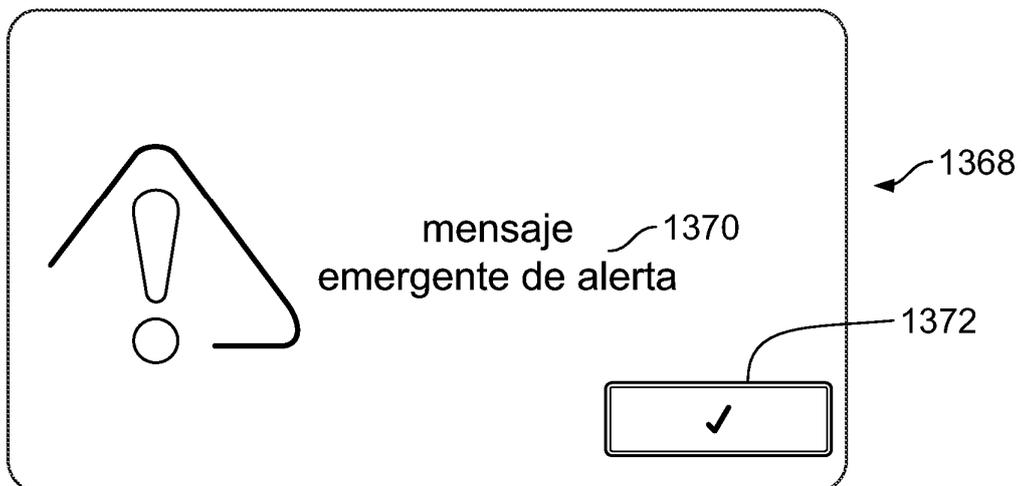


FIG. 18C

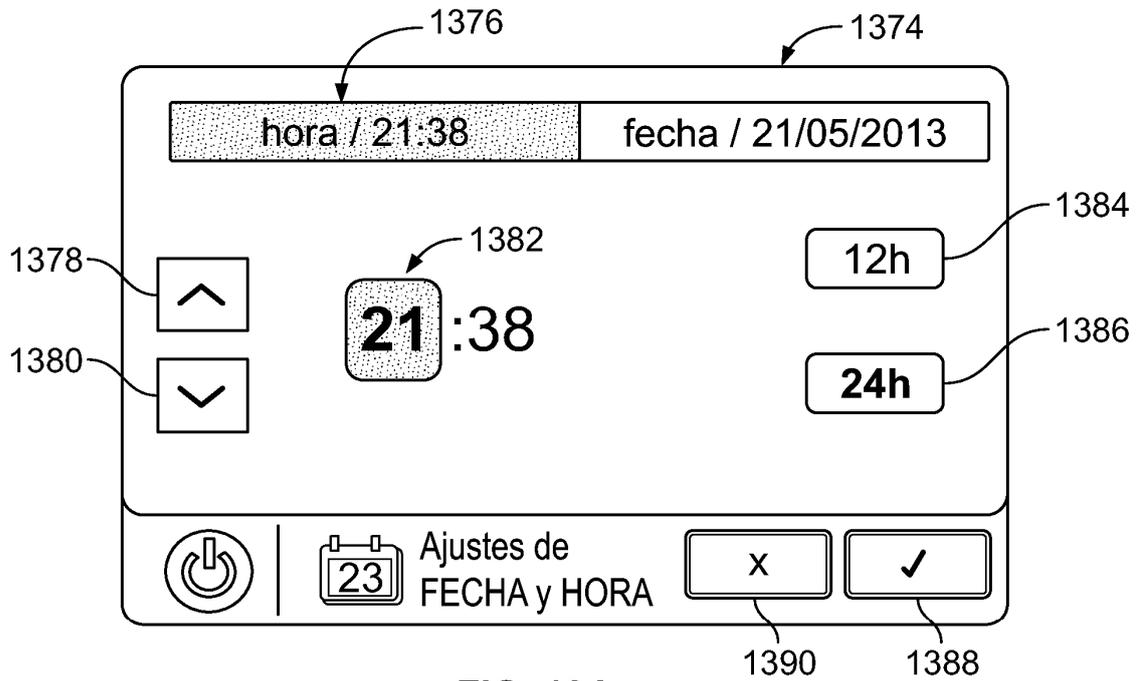


FIG. 19A

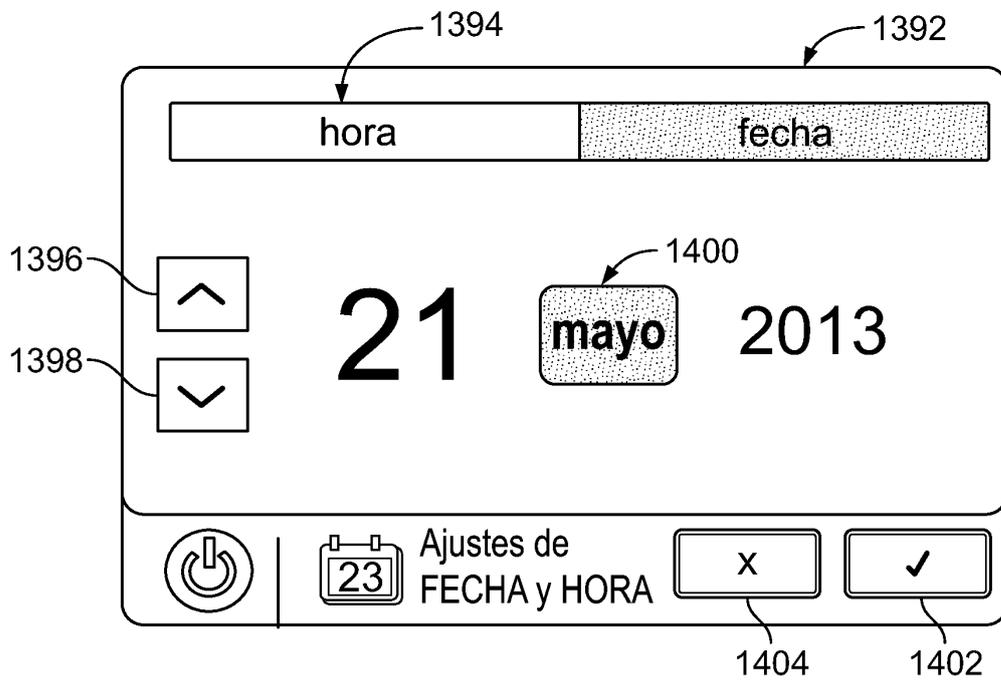


FIG. 19B

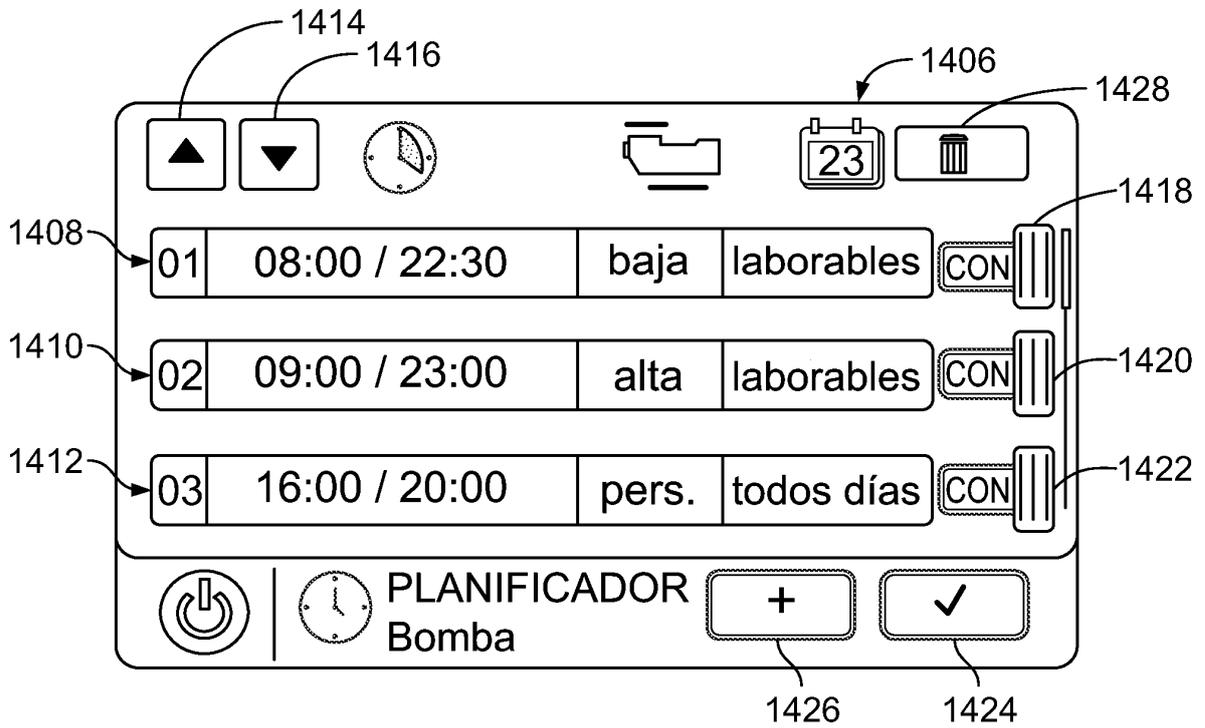


FIG. 20A

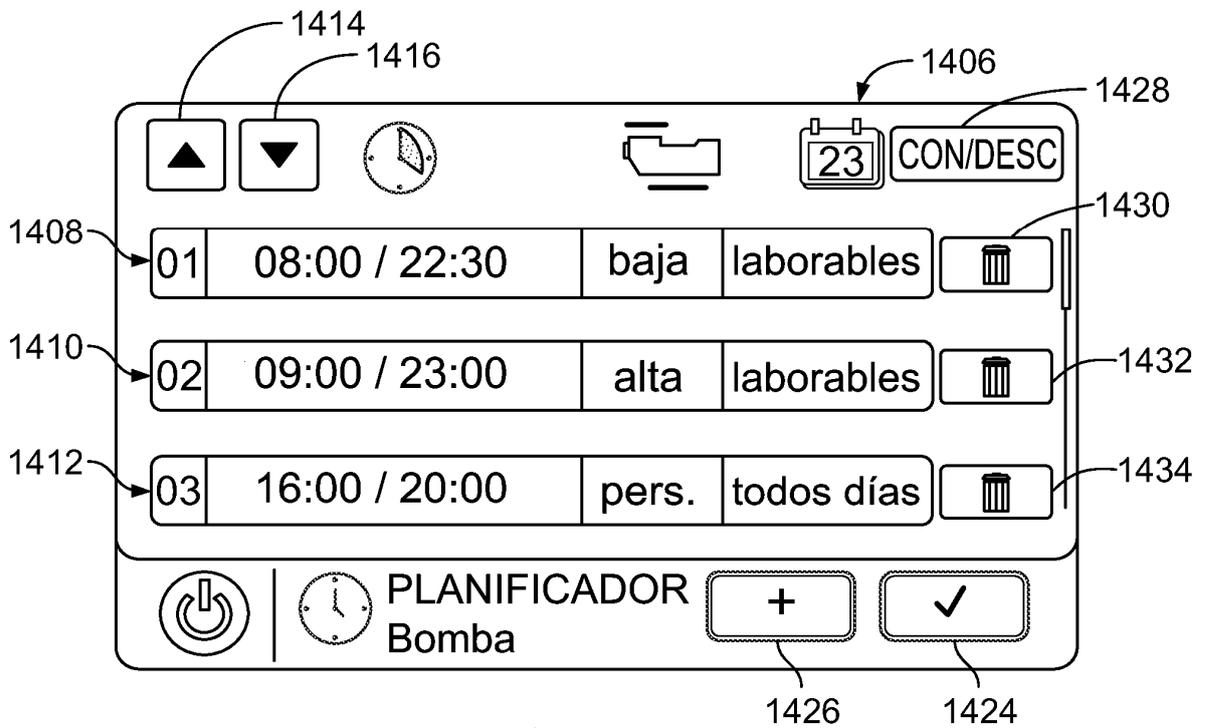


FIG. 20B