

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 744**

51 Int. Cl.:

<b>B60H 1/00</b>	(2006.01)
<b>F24H 9/20</b>	(2006.01)
<b>F24F 3/044</b>	(2006.01)
<b>F24F 11/053</b>	(2006.01)
<b>F24F 11/00</b>	(2006.01)
<b>F24F 13/08</b>	(2006.01)
<b>G05D 23/19</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.12.2009 PCT/US2009/069865**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.07.2010 WO2010078459**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2009 E 09796591 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2370748**

54 Título: **Registro de equilibrio automático para sistemas HVAC**

30 Prioridad:

**30.12.2008 US 203911 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.06.2017**

73 Titular/es:

**ZONER LLC (100.0%)  
9147 Thunderhead Drive  
Boulder, CO 80302, US**

72 Inventor/es:

**BARRETT, JON y  
LINGEMANN, RONALD**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 617 744 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

Registro de equilibrio automático para sistemas HVAC

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a sistemas de control para sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) y, más particularmente, a sistemas que distribuyen el control de un sistema de HVAC entre una pluralidad de componentes, tales como registros de suministro de aire, unidades de control remoto y termostatos, que comunican entre sí.

**Antecedentes de la técnica**

Los sistemas de calefacción de aire forzado, ventilación y/o aire acondicionado (HVAC) convencionales tienen respiraderos de registro de aire manualmente ajustables (reguladores de tiro de control de volumen de aire) para controlar la cantidad del aire acondicionado introducido en una habitación u otra porción (por simplicidad, o de manera colectiva denominado en lo sucesivo como una "región") de un edificio. En teoría, los respiraderos pueden ajustarse manualmente después de instalar el sistema de HVAC o posteriormente, para proporcionar una cantidad correcta de aire calentado, refrigerado, filtrado, etc., (denominado de manera colectiva en el presente documento como "acondicionado") a cada región. Sin embargo, en la práctica, esto rara vez funciona apropiadamente. Normalmente, los registros no están ajustados en absoluto, a menos que una región esté intolerablemente fría o caliente. Además, puede ser imposible conseguir suficiente aire acondicionado a una región sin ajustar los registros en cada una de las otras regiones. Por lo tanto, los registros ajustados manualmente raramente consiguen un nivel de comodidad uniforme a través de todo un edificio.

Los registros ajustados manualmente también pueden desperdiciar energía. Por ejemplo, introduciendo más aire acondicionado en una región que el que es necesario para conseguir una temperatura cómoda provoca que una planta de calefacción o refrigeración opere un nivel más duradero o más alto de lo que sería necesario de otra manera. Incluso si los registros se hubieran ajustado para conseguir una temperatura deseada en todas las regiones, los registros pueden estar todos cerrados más de lo necesario, restringiendo por lo tanto el flujo de aire y aumentando la presión en los conductos. Esto provoca que el soplador que mueve el aire realice más trabajo que el necesario, desperdiciando de esta manera energía. Además, la alta presión del aire en los conductos empeora cualquier fuga en los conductos. Tales fugas de conductos con frecuencia permiten que entre el aire acondicionado en un ático, sótano u otra región que no necesita calefacción o refrigeración, desperdiciando de esta manera energía.

La mayoría de los hogares con sistemas de HVAC de aire forzado tienen únicamente un termostato. Esto no significa únicamente que solamente una región realmente mantiene una temperatura deseada, también hace poco práctico ajustar la temperatura en diferentes habitaciones para adecuarse a las necesidades de los ocupantes en estas habitaciones. En consecuencia, no pueden personalizarse las temperaturas de las habitaciones.

Para superar algunos de estos problemas, algunos edificios están zonificados. Cada zona tiene un termostato asociado para ajustar la temperatura en esa zona. En hogares privados, esto a menudo se implementa instalando un sistema de HVAC separado para cada zona. Cada zona tiene su propio termostato, ventilador, intercambiador de calor, caldera o bomba de calor, compresor de refrigeración, conductos, etc. Esto no es únicamente caro; también puede ser un desperdicio extremo de energía. Por ejemplo, normalmente no hay nada para evitar que una zona de HVAC caliente una porción de un edificio mientras otra zona de HVAC refrigera otra, posiblemente solapándose, región del edificio.

Los intentos para resolver el problema de HVAC de múltiples zonas a menudo incluyen instalar un sistema de control centralizado acoplado a diversos termostatos y, en algunos casos, a reguladores de tiro operados eléctrica o neumáticamente en los conductos. Sin embargo, tales sistemas centralizados requieren instalar cableado para los termostatos, reguladores de tiro, etc., aumentando de esta manera la dificultad de readaptar edificios existentes. Estos sistemas son, por lo tanto, más adecuados para nueva construcción que para renovar edificios existentes. Adicionalmente, una vez que se instala un sistema de este tipo, es difícil subdividirlo en zonas adicionales para expandir incrementalmente el sistema.

Los respiraderos de registro controlados electrónicamente de la técnica anterior para calefacción y refrigeración de zona se describen en la Patente de Estados Unidos N.º 7.168.627 a Lawrence Kates, et al. Un diseño de un sistema de control de HVAC de múltiples zonas desde un sistema de única zona existente usando redes de sensores inalámbricos se describe por Andrew Redfern, et al., en Smart Structures, Devices y Systems III, editado por Said F. Al-Sarawi, Proc. of SPIE, Vol. 6414 (2007). Los contenidos de ambos de estos documentos se incorporan en el presente documento por referencia. El documento US 2006/071087 A1 desvela un Respiradero de Registro Controlado Electrónicamente (ECRV) que puede instalarse fácilmente y usarse en relación con un sistema de HVAC zonificado convencional.

**Sumario de la invención**

Una realización de la presente invención proporciona un sistema para controlar un sistema de HVAC de un tipo que tiene una pluralidad de respiraderos de HVAC de acuerdo con la materia objeto de la reivindicación 1. Cada respiradero de HVAC puede estar dispuesto en una localización correspondiente en un edificio, tal como para proporcionar calor o aire acondicionado a una región del edificio. El sistema para controlar el sistema de HVAC puede incluir una pluralidad correspondiente de registros controlados inteligentes. Cada registro controlado inteligente está asociado con uno distinto de los respiraderos de HVAC. Cada uno de los registros controlados inteligentes está en comunicación con al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes. Cada registro controlado inteligente ejecuta un programa de control local autónomo. El programa de control procesa datos proporcionados por cada uno de los otros registros controlados inteligentes. En consecuencia, la pluralidad de registros controlados inteligentes controla de manera colectiva la pluralidad de respiraderos de HVAC en una base entre iguales.

Al menos uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes puede estar en comunicación alámbrica o inalámbrica con al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes.

Cada uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes puede configurarse para determinar automáticamente la presencia de un registro controlado inteligente que no es parte del sistema para controlar el sistema de HVAC. Si se detecta un registro controlado inteligente de este tipo (no instalado), cada registro controlado inteligente del sistema de control de HVAC puede determinar automáticamente si el registro controlado inteligente determinado (no instalado) debería añadirse al sistema para controlar el sistema de HVAC. Si es así, el registro controlado inteligente determinado (no instalado) se añade automáticamente al sistema para controlar el sistema de HVAC. En otras palabras, la red de registros controlados inteligentes puede detectar automáticamente registros controlados inteligentes recién instalados y añadirlos automáticamente a la red.

En otra realización, un registro controlado inteligente recién instalado descubre automáticamente una red de registros controlados inteligentes y automáticamente lo instala. En este caso, cada uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes está configurado para determinar automáticamente la presencia de al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes y determinar automáticamente si el registro controlado inteligente debería añadirse al sistema para controlar el sistema de HVAC. Si es así, el registro controlado inteligente se añade automáticamente al sistema para controlar el sistema de HVAC.

Cada registro controlado inteligente puede configurarse adicionalmente para determinar automáticamente si el registro controlado inteligente determinado debería añadirse al sistema para controlar el sistema de HVAC de acuerdo con la temporización del flujo de aire a través del registro controlado inteligente y la temporización del flujo de aire a través del registro controlado inteligente determinado. Opcionalmente o como alternativa, la determinación puede realizarse de acuerdo con la temporización de luz detectada mediante el registro controlado inteligente y la temporización de luz detectada mediante el registro controlado inteligente determinado.

Cada registro controlado inteligente puede configurarse para detectar otros componentes recién instalados de la red. Por ejemplo, el registro controlado inteligente puede configurarse para detectar inalámbricamente y determinar automáticamente la presencia de un termostato que no es parte del sistema para controlar el sistema de HVAC y determinar automáticamente si el termostato determinado debería añadirse al sistema para controlar el HVAC. Si es así, el termostato determinado puede añadirse automáticamente al sistema para controlar el sistema de HVAC.

El registro controlado inteligente puede configurarse adicionalmente para determinar automáticamente si el termostato determinado debería añadirse al sistema para controlar el sistema de HVAC de acuerdo con la temporización de luz detectada mediante el termostato y la temporización de luz detectada mediante el registro controlado inteligente o de acuerdo con la temporización de cambios de temperatura detectados por el termostato y la temporización de cambios de temperatura detectados por el registro controlado inteligente.

Cada registro controlado inteligente puede incluir un regulador de tiro controlable. El registro controlado inteligente puede configurarse de manera que, cuando el aire fluye a través del regulador de tiro controlable, al menos uno de los reguladores de la pluralidad de registros controlados inteligentes está completamente abierto.

Cada registro controlado inteligente puede configurarse para recibir inalámbricamente datos desde al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes y para reenviar al menos algunos de los datos recibidos a uno diferente de al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes.

El sistema de HVAC puede incluir un sistema de manejo de aire por conductos, un sistema hidrónico y/o un sistema de calefacción de resistencia eléctrica. Al menos uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes puede configurarse para controlar una válvula y/o para controlar un conmutador eléctrico de un dispositivo de control proporcional.

Cada registro controlado inteligente puede incluir un motor acoplado a un regulador de tiro controlable, un sensor de

- temperatura y un transceptor inalámbrico para comunicar con al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes. Un controlador puede acoplarse al motor, al sensor de temperatura y al transceptor. Una fuente de alimentación puede acoplarse al motor, al transceptor y al controlador. El controlador puede configurarse para llevar a cabo procesos, tales como obtener datos desde el sensor de temperatura y, mediante el transceptor inalámbrico, datos desde al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes. Usando los datos obtenidos, el controlador puede determinar automáticamente una operación deseada del regulador de tiro y accionar el motor para provocar la operación deseada del regulador de tiro.
- 5
- La fuente de alimentación puede incluir un conjunto de células fotovoltaicas y/o un generador alimentado por ventilador. El regulador de tiro controlable de al menos uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes puede incluir una válvula. Cada uno del al menos uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes puede montarse en un registro de aire.
- 10
- El motor puede incluir una bobina, y cada registro controlado inteligente puede incluir adicionalmente una placa de circuito en la que se montan circuitos electrónicos que implementan al menos una porción del controlador. La bobina del motor puede montarse directamente en la placa de circuito impreso.
- 15
- La placa de circuito puede incluir adicionalmente una pluralidad de elementos eléctricamente conductores, y el motor puede incluir adicionalmente un elemento conductor separado de la pluralidad de elementos eléctricamente conductores para formar un condensador entre el elemento conductor en el motor y uno o más de la pluralidad de elementos eléctricamente conductores en la placa de circuito impreso. La capacidad del condensador depende de una posición rotacional del motor. El controlador puede configurarse para determinar la posición rotacional del motor basándose en la capacidad del condensador.
- 20
- El motor puede incluir dos conjuntos de rotores y dos conjuntos de estatores. Uno de los rotores y uno de los estatores pueden formar un primer "submotor" y el otro de los rotores y el otro de los estatores pueden formar un segundo "submotor". Los dos submotores pueden estar dispuestos uno junto al otro y engranarse juntos.
- 25
- El sistema para controlar un HVAC puede incluir adicionalmente una unidad de control remoto portátil que incluye un transmisor inalámbrico y al menos un control accionable por el usuario. El registro controlado inteligente puede configurarse para recibir una señal inalámbrica desde la unidad de control remoto portátil. El controlador puede configurarse para determinar automáticamente la operación deseada del regulador de tiro basándose, al menos en parte, en la señal inalámbrica recibida desde la unidad de control remoto portátil.
- 30
- El transmisor inalámbrico del control remoto portátil puede incluir un transmisor inalámbrico de línea de visión y/o un detector de línea de visión inalámbrico.
- 35
- Cada uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes puede incluir un regulador de tiro de control de volumen configurado para controlar de manera ajustable una cantidad de calor entregado a través del registro controlado inteligente. Un motor puede estar bajo el control del programa de control autónomo y acoplado mecánicamente para operar el regulador de tiro de control de volumen. Una placa de circuito impreso puede incluir circuitos electrónicos y devanados del motor. El motor puede ser un motor a pasos.
- 40
- El sistema para controlar un sistema de HVAC puede incluir también un indicador de posición de regulador de tiro de control de volumen que incluye al menos dos elementos eléctricamente conductores separados por un dieléctrico, tal como aire, formando de esta manera un condensador. Al menos uno de los al menos dos elementos eléctricamente conductores puede configurarse para moverse, con respecto al otro de los al menos dos elementos eléctricamente conductores. El movimiento puede ser en relación a la operación del regulador de tiro de control de volumen, para variar la capacidad del condensador en relación a la operación del regulador de tiro de control de volumen.
- 45
- Cada uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes puede configurarse, en ausencia de una entrada externa que especifica una temperatura de punto de ajuste para la localización correspondiente, para igualar temperaturas de las localizaciones en el edificio.
- 50
- Cada uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes puede configurarse para maximizar el flujo a través de al menos uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes.
- 55
- El sistema de HVAC puede incluir un soplador y una unidad de calefacción o refrigeración. Al menos uno de la pluralidad de respiraderos de HVAC puede incluir un respiradero de retorno, y al menos uno de la pluralidad de respiraderos de HVAC puede incluir un respiradero de suministro. El sistema puede incluir adicionalmente un termostato acoplado al sistema de HVAC para controlar el soplador y acoplado a al menos uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes. Cada uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes puede configurarse para operar para permitir que el aire se aspire mediante al menos uno del respiradero de retorno automáticamente seleccionado. El aire puede moverse mediante el soplador, y el aire puede expulsarse a través de al menos uno del respiradero de suministro automáticamente seleccionado, todo sin operar la unidad de calefacción o refrigeración. Por lo tanto, el aire puede transferirse desde al menos una localización automáticamente seleccionada en el edificio
- 60
- 65

(tal como una habitación donde el aire está demasiado caliente) a al menos otra localización automáticamente seleccionada en el edificio (tal como una habitación donde el aire es demasiado frío).

5 El sistema de HVAC puede incluir un soplador controlado por alambres de control de soplador y una unidad de calefacción o refrigeración controlada por alambres de control de unidad de calefacción o de refrigeración. El sistema de control de HVAC puede incluir adicionalmente un termostato acoplado al sistema de HVAC para controlar el soplador y la unidad de calefacción o refrigeración. El termostato puede acoplarse adicionalmente a al menos uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes. El termostato puede configurarse para identificar automáticamente: alambres de potencia conectados al termostato, los alambres de control de soplador conectados al termostato y los alambres de control de unidad de calefacción o refrigeración conectados al termostato.

15 Una realización de la presente invención proporciona un sistema para controlar un sistema de HVAC de un tipo que tiene una pluralidad de respiraderos de HVAC. Cada respiradero de HVAC puede estar dispuesto en una localización correspondiente en un edificio, tal como para proporcionar calor o aire acondicionado a una región del edificio. El sistema de control de HVAC puede incluir una pluralidad correspondiente de registros controlados inteligentes. Cada registro controlado inteligente puede estar asociado con uno distinto de los respiraderos de HVAC. Cada registro controlado inteligente puede incluir un motor acoplado a un regulador de tiro controlable, a un sensor de temperatura y a un transceptor inalámbrico para comunicar con al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes. Un controlador puede acoplarse al motor, al sensor de temperatura y al transceptor. Una fuente de alimentación puede acoplarse al motor, al transceptor y al controlador. El controlador puede configurarse para llevar a cabo procesos, tales como obtener datos desde el sensor de temperatura y, mediante el transceptor inalámbrico, datos desde al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes. Usando los datos obtenidos, el controlador puede determinar automáticamente una operación deseada del regulador de tiro; y accionar el motor para provocar la operación deseada del regulador de tiro.

25 Otra realización más de la presente invención proporciona un método para controlar un sistema de HVAC de un tipo que tiene una pluralidad de respiraderos de HVAC, en el que cada respiradero de HVAC está dispuesto en una localización correspondiente en un edificio. El sistema de control de HVAC puede incluir una pluralidad correspondiente de registros controlados inteligentes. Cada registro controlado inteligente puede estar asociado con uno distinto de los respiraderos de HVAC. Los datos se obtienen desde un sensor de temperatura. Además, los datos se obtienen inalámbricamente desde al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes. Los datos obtenidos se usan para determinar automáticamente una operación deseada de un regulador de tiro. Un motor se acciona para provocar la operación deseada del regulador de tiro.

35 La presencia de un registro controlado inteligente que no es parte del sistema para controlar el sistema de HVAC puede determinarse automáticamente de manera inalámbrica. El registro controlado inteligente determinado puede añadirse automáticamente al sistema para controlar el sistema de HVAC.

40 Los datos pueden recibirse inalámbricamente desde al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes. Al menos algunos de los datos recibidos pueden reenviarse a al menos otro diferente de la pluralidad de registros controlados inteligentes.

45 La potencia eléctrica puede generarse con un conjunto de células fotovoltaicas y/o con un generador alimentado por ventilador en al menos uno de la pluralidad de respiraderos de HVAC. El motor puede alimentarse al menos parcialmente mediante la potencia eléctrica generada.

50 El motor puede ajustar las paletas de un regulador de tiro de control de volumen de aire, ajustar una válvula, ajustar un conmutador controlado eléctricamente y/o ajustar un dispositivo de control proporcional controlado eléctricamente.

Una señal inalámbrica puede recibirse desde una unidad de control remoto portátil. La señal inalámbrica recibida puede usarse para obtener los datos para determinar automáticamente una operación deseada de un regulador de tiro.

55 Otra realización de la presente invención proporciona un registro controlado inteligente para uso en un sistema de HVAC de un tipo que tiene una pluralidad de respiraderos de HVAC. Cada respiradero de HVAC puede estar dispuesto en una localización correspondiente en un edificio. El registro controlado inteligente incluye un motor acoplado a un regulador de tiro controlable, un sensor de temperatura y un transceptor inalámbrico para comunicar con al menos otro registro controlado inteligente. Un controlador puede acoplarse al motor, al sensor de temperatura y al transceptor. Una fuente de alimentación puede acoplarse al motor, al transceptor y al controlador. El controlador puede configurarse para llevar a cabo procesos, tales como obtener datos desde el sensor de temperatura y, mediante el transceptor inalámbrico, datos desde al menos uno del al menos otro registro controlado inteligente. El controlador puede usar los datos obtenidos para determinar automáticamente una operación deseada del regulador de tiro y accionar el motor para provocar la operación deseada del regulador de tiro.

65

**Breve descripción de los dibujos**

La invención se entenderá más completamente haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de realizaciones específicas en conjunto con los dibujos, en los que:

- 5 La Figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de HVAC en el que pueden ponerse en práctica las realizaciones de la presente invención;
- la Figura 2 es una vista en perspectiva de la parte frontal de un registro controlado inteligente, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 3 es una vista en perspectiva, desde la derecha, de la parte trasera del registro controlado inteligente
- 10 de la Figura 2;
- la Figura 4 es una vista en perspectiva, desde la izquierda, de la parte trasera del registro controlado inteligente de la Figura 2;
- la Figura 5 es una vista en perspectiva en despiece del registro controlado inteligente de la Figura 2;
- la Figura 6 es un diagrama de bloques esquemático del registro controlado inteligente de la Figura 2;
- 15 la Figura 7 es un diagrama de circuito esquemático de una fuente de alimentación para el registro controlado de la Figura 2, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 8 es un diagrama de bloques esquemático de una unidad de control remoto de HVAC de la Figura 1, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de control de temperatura, de acuerdo con una
- 20 realización de la presente invención;
- la Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra otro proceso de control de temperatura, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra la operación del registro controlado de la Figura 2, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 25 la Figura 12 es un diagrama de temporización esquemático de un protocolo de comunicación entre los registros controlados de la Figura 1, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones realizadas mediante el registro controlado de la Figura 2 después de instalarse en primer lugar o después de recuperarse de una condición de apagado, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 30 la Figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones realizadas mediante el registro controlado inteligente de la Figura 2 para formar una red con otros registros controlados inteligentes, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones realizadas mediante el registro controlado inteligente de la Figura 2 para unir una red existente de otros registros controlados inteligentes, de acuerdo con una
- 35 realización de la presente invención;
- la Figura 16 es una vista en perspectiva de un conjunto de motor y sensor integrados, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 17 es una vista en perspectiva en despiece del conjunto de motor y sensor integrados de la Figura 16;
- la Figura 18 es otra vista en perspectiva en despiece del conjunto de motor y sensor integrados de la Figura 16, que muestra los cojinetes de sensor, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 40 la Figura 19 es una vista en perspectiva en despiece del conjunto de motor y sensor integrados de la Figura 16, que muestra los cojinetes de sensor a medida que el motor se rota a una posición diferente;
- la Figura 20 es un diagrama esquemático de otro sistema de HVAC en el que pueden ponerse en práctica las realizaciones de la presente invención;
- 45 la Figura 21 es un diagrama de bloques esquemático de un paquete de datos a modo de ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 22 es un diagrama de bloques esquemático de un paquete de datos de ajuste de dispositivo a modo de ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 23 es un diagrama de bloques esquemático de un paquete de comando remoto a modo de ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 50 la Figura 24 es un diagrama de bloques esquemático de un paquete de actualización convencional remoto a modo de ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 25 es un diagrama de bloques esquemático de un paquete de actualización de ajustes remoto a modo de ejemplo de acuerdo con una realización de la presente invención; y
- 55 la Figura 26 es un diagrama de bloques esquemático de una tabla de información de dispositivo a modo de ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

**Descripción detallada de realizaciones específicas**

- 60 Definiciones. Como se usa en esta descripción y en los dibujos adjuntos, los siguientes términos deberán tener los significados indicados, a menos que el contexto lo requiera de otra manera:

“Sistema de HVAC” significa un sistema que proporciona calor, ventilación y/o aire acondicionado a un edificio o una porción de un edificio. Un sistema de HVAC puede proporcionar una o más de tales funciones.

- 65 “Conjunto de células fotovoltaicas” significa una o más células que convierten luz en electricidad mediante el efecto

fotovoltaico.

5 “Hidráulico” significa el uso de agua como un medio de transferencia de calor en un sistema de calefacción o refrigeración de HVAC. Ejemplos de sistemas de calefacción incluyen radiadores de vapor y de agua caliente. En edificios comerciales a gran escala, tales como instalaciones de gran altura y de campus, un sistema hidráulico puede incluir un bucle de agua enfriada y un bucle de agua calentada para proporcionar tanto calefacción como aire acondicionado. Las torres de enfriamiento y refrigeración pueden usarse por separado o juntas para proporcionar refrigeración de agua, mientras que las calderas pueden usarse para calentar agua.

10 Un “regulador de tiro controlable” es un dispositivo que controla la transferencia de calor dentro o fuera de una región asociada con una localización en un edificio. En un sistema de HVAC basado en aire, un regulador de tiro controlable puede implementarse mediante un registro ajustable en un respiradero, tal como mediante una paleta ajustable. El registro puede ser binario, es decir, el registro puede tener exactamente dos posibles estados (tal como parcial o completamente cerrado y parcial o completamente abierto), o el registro puede ser variable por pasos o de manera continua entre dos estados extremos, es decir, el registro puede tener más de dos posibles estados. En un sistema de HVAC hidráulico o en un sistema de calefacción de resistencia eléctrica, un regulador de tiro controlable puede implementarse mediante un regulador ajustable, de manera similar al usado en un sistema de HVAC basado en aire, para controlar el flujo de aire a través de o cerca de un intercambiador de calor, tal como un radiador. Opcionalmente o como alternativa, un regulador de tiro controlable hidráulico puede implementarse mediante una válvula para controlar el flujo de agua, vapor u otro fluido.

15 Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos y sistemas para controlar sistemas de HVAC de una manera distribuida. En diversas realizaciones, tal control se consigue proporcionando controladores de registro inteligente que operan en una manera entre iguales. La Figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de control de HVAC basado en aire 100 (encerrado dentro de una línea discontinua) que incluye componentes, y que realiza procesos, de acuerdo con una realización de la invención. Sin embargo, como se describirá a continuación, otras realizaciones de la presente invención emplean componentes similares y principios similares para controlar otros tipos de sistemas de HVAC, tal como sistemas de calefacción hidráulicos o de resistencia eléctrica.

20 Como se muestra en la Figura 1, una caldera, bomba de calor, refrigerador y/u otro dispositivo o combinación de dispositivos 103 calienta o refrigera aire que se mueve a continuación a través del sistema de HVAC mediante un soplador 106. (El soplador 106 puede acoplarse a la entrada, en lugar de a la salida, del dispositivo de calefacción/refrigeración 103). Un termostato convencional 108 y una unidad de control de HVAC convencional 109 controlan la operación del dispositivo de calefacción/refrigeración 103 y el soplador 106. Opcionalmente o como alternativa, el aire puede filtrarse y/o intercambiarse por aire exterior, etc. (no mostrado). Por simplicidad de explicación, el aire se hace referencia en el presente documento como que está “acondicionado”, independientemente de cómo se trate el aire, es decir, calentado, refrigerado, etc.

25 El aire acondicionado se lleva mediante una serie de conductos 110 a una pluralidad de respiraderos de HVAC, tal como los registros de suministro 113, 116, 120 y 128. Por supuesto, puede haber más o menos registros de suministro y más o menos canalizaciones complejas que lo mostrado en la Figura 1. Los registros de suministro 113-120 y 128 pueden estar dispuestos en diversas localizaciones de un edificio, tal como en paredes de habitaciones de una casa, en paredes o techos de pasillos o en techos de un edificio de oficinas. Uno o más de los registros de suministro 113-120 y 128 puede estar en una habitación dada. Cada registro de suministro 113-120 y 128 puede introducir aire acondicionado en su respectiva región. Los registros de retorno 123, 126 y 129 y un conducto de retorno asociado 130 retornan aire al dispositivo de calefacción/refrigeración 103. Por supuesto, puede haber otro número de registros de retorno y más o menos canalizaciones de retorno complejas.

30 Uno o más de los registros de suministro 113-120 y 128 pueden incluir un respectivo controlador de registro inteligente 133, 136 y 140. Cada controlador de registro 133-140 opera un regulador de tiro controlable para controlar la cantidad del aire acondicionado que el correspondiente registro de suministro 113-120 permite en su respectiva región. Además, cada controlador de registro 133-140 mide la temperatura de su región respectiva.

35 Opcionalmente, uno o más de los registros de retorno 123-129 incluye también un controlador de registro 143 y 146 que controla la cantidad relativa de aire permitido que puede aspirarse desde su respectiva región de vuelta en el sistema de HVAC. Un registro 113-120 y 123-126 que está equipado con un controlador de registro puede denominarse en el presente documento como un “registro controlado inteligente” o simplemente un “registro controlado”.

40 La cantidad de aire permitido que fluya a través de un registro 113-126 puede controlarse mediante cualquier estructura adecuada, tal como una paleta ajustable monitorizada o un conjunto de paletas en el registro. Cada controlador del controlador de registro 133-146 opera su respectiva paleta o paletas.

45 Los registros de control 113-126 y los controladores de registro 133-146, sin embargo, no se controlan de manera central. Adicionalmente, los controladores de registro 133-146 no están necesariamente conectados al termostato de sistema de calefacción/refrigeración 108, el soplador 106, la unidad de control de HVAC 109 o el dispositivo de

calefacción/refrigeración 103. Los controladores de registro 133-146 forman una red de comunicación inalámbrica, mediante la cual los controladores de registro 133-146 (y opcionalmente otros componentes del sistema de control de HVAC 100, denominados de manera colectiva como "nodos" de la red) pueden proporcionar información a otros controladores de registro 133-146 en la red.

5 Cada controlador de registro 133-146 determina automáticamente cuánto aire acondicionado permitir en su región, o cuánto aire de retorno permitir que se extraiga desde su región, basándose en información recopilada mediante el controlador de registro 133-146. Esta información puede incluir: la temperatura actual de la región; una temperatura deseada de la región; una cantidad calculada del aire acondicionado requerida para cambiar la temperatura de la  
10 región a la temperatura deseada: temperatura del aire acondicionado que se empieza a suministrar mediante un conducto al registro; hora actual, día de la semana, vacaciones u otros datos de calendario; temperaturas de otras regiones y sus respectivas temperaturas deseadas; cantidades calculadas de aire requerido que se suministre o extraiga mediante los otros registros controlados para cambiar sus respectivas temperaturas de las regiones a sus temperaturas deseadas; estado de carga de una batería que alimenta el controlador de registro 133-146 o una combinación de los mismos. Basándose en la determinación de la cantidad del aire acondicionado requerida, cada  
15 controlador de registro 133-146 determina automáticamente cuándo operar su respectivo regulador de tiro controlable y una extensión hasta la que debería abrirse o cerrarse el regulador de tiro controlable, y el controlador de registro 133-146 opera el regulador de tiro controlable. Debería observarse que un regulador de tiro controlable del registro puede abrirse para únicamente una porción de la cantidad de tiempo que está operando el soplador 106.

20 Cada nodo de la red puede basar su operación al menos en parte en información acerca de uno o más (idealmente todos) los otros nodos en la red. Por lo tanto, los controladores de registro inteligentes 133-146 (y opcionalmente otros nodos) de la red controlan de manera colectiva la cantidad del aire acondicionado introducida en cada región. Esta función de control se distribuye a través de la red de registros controlados inteligentes. De manera significativa,  
25 esta función de control no usa un controlador central. Es decir, ningún controlador central ordena a cada controlador de registro cómo y cuándo operar su regulador de tiro controlable. Ningún de los controladores de registro 133-146 es un "maestro" que controla los otros controladores de registro. Una unidad de control remoto 150-153 (descrita en más detalle a continuación) o un nodo central, tal como un ordenador 156, puede proporcionar información acerca de temperaturas deseadas, tiempos de retraso, etc. Sin embargo, enviando esta información, la unidad de control  
30 remoto 150-153 o el ordenador 156 no ordena a un controlador de registro 133-146 abrir o cerrar su regulador de tiro controlable. En su lugar, los controladores de registro 133-146 usan esta información como parte de sus cálculos para determinar cuándo y cómo operar sus respectivos reguladores de tiro controlables.

35 Cada controlador de registro 133-146 incluye un transceptor inalámbrico que posibilita que el controlador de registro 133-146 comunique inalámbricamente con otros controladores de registro 133-146 en registros cercanos 113-126. Los conductos 110 y 130 pueden actuar como guías de onda para llevar señales inalámbricas o facilitar de otra manera la comunicación inalámbrica entre los controladores de registro 133-146. Sin embargo, todos los controladores de registro 133-146 pueden no ser capaces de comunicar directamente de manera inalámbrica con todos los otros controladores de registro 133-146, debido a limitaciones en potencia de transmisión, distancias  
40 implicadas, interferencia electromagnética (EMI), nivel de carga de batería, etc. Por lo tanto, cada controlador de registro 133-146 reenvía datos que recibe desde otros controladores de registro 133-146 a otros controladores más de registro 133-146. Por lo tanto, cada controlador de registro 133-146 puede recibir finalmente información acerca de cada otro controlador de registro 133-146 en el sistema de control de HVAC 100, aunque no necesariamente directamente desde el controlador de registro acerca del cual se proporciona la información.

45 Puede usarse cualquier número (incluyendo el cero) de unidades de control remoto portátiles, ejemplificadas mediante las unidades de control remoto 150 y 153. Estas unidades de control remoto comunican inalámbricamente con los controladores de registro 133-146 en registros cercanos 113-126, aunque la comunicación entre una unidad de control remoto 150-153 y un controlador de registro 133-146 puede implicar un medio diferente (tal como  
50 comunicación basada en luz infrarroja o comunicación basada en frecuencia de radio (RF) o una frecuencia diferente a la comunicación entre los controladores de registro 133-146. Cada unidad de control remoto 150-153 incluye un teclado y una pantalla, mediante los cuales un usuario puede ordenar al sistema de control de HVAC 100 o a un componente del mismo cambiar un parámetro, tal como una temperatura deseada en la región donde está localizado el usuario. Opcionalmente, una o más de las unidades de control remoto 150-153 pueden sujetarse a localizaciones  
55 fijas, tales como en paredes, en el edificio.

Opcionalmente, uno o más termostatos de red, ejemplificados mediante termostato de red 160, pueden incluirse en el sistema de control de HVAC 100. El termostato de red 160 puede instalarse en una región, tal como montado en una pared de una habitación, para permitir al usuario establecer directamente una temperatura deseada o programa  
60 de temperatura para el área cercana. Como los registros, los termostatos detectan y se conectan automáticamente a una red existente, pero a diferencia de los registros, nunca crean una nueva red. La función principal del termostato de red es informar a los registros de los deseos del usuario del sistema, y proporcionar la suficiente información en su entorno de modo que cada registro pueda determinar si es para usar la información de punto de ajuste. Por ejemplo el termostato de red puede registrar e informar a la red los tiempos de aumento o disminución repentina en el nivel de luz, presumiblemente provocado por alguien que encienda una luz o abra una puerta o una persiana. Cualquier registro que observe los mismos cambios del entorno asumiría a continuación que está cerca de ese

termostato, y debería usar ese punto de ajuste de temperatura de termostato como su objetivo de temperatura. El termostato de red 160 puede alimentarse mediante una célula fotovoltaica y/o una batería reemplazable por el usuario convencional.

5 Opcionalmente, uno o más de los termostatos de red, ejemplificados mediante el termostato de red 163, pueden conectarse a (o sustituir) el termostato 108. Opcionalmente o como alternativa, el termostato de red 163 puede conectarse al control de HVAC 109, o el termostato de red 163 puede conectarse de otra manera al sistema de HVAC. En cualquier caso, el termostato de red 163 puede controlar la operación del dispositivo de calefacción/refrigeración 103 y/o el soplador 106. Por ejemplo, si una región está más cálida de lo que es necesario  
10 que esté, mientras que otra región está más fría de lo que es necesario que esté, el sistema de control de HVAC 100 puede mover algo de aire desde la región cálida a la región fría abriendo los reguladores de tiro controlables en las respectivas regiones, cerrando otros reguladores de tiro controlables y provocando que opere el soplador 106 (pero no el dispositivo de calefacción/refrigeración 103). Uno o más registros de retorno controlables 123-126 próximos a la región desde la que se ha de mover el aire pueden abrirse mientras que los registros de retorno controlables  
15 próximos a otras regiones pueden cerrarse, y uno o más registros de suministro controlables 113-120 próximos a la región a la que se ha de mover el aire pueden abrirse mientras que los registros de suministro controlables próximos a otras regiones pueden cerrarse. Un termostato de red que está eléctricamente conectado al termostato 108, etc. puede alimentarse mediante el sistema de HVAC y no es necesario, por lo tanto, que incluya necesariamente una célula fotovoltaica.

20 Como se indica, los controladores de registro 133-146 reciben información acerca de los otros controladores de registro 133-146. Usando esta información, así como información acerca de una temperatura deseada en la región servida por un controlador de registro 133-146 dado, el controlador de registro 133-146 determina una operación deseada de un regulador de tiro controlable en su correspondiente registro controlado, y el controlador de registro  
25 133-146 acciona un servo, tal como un motor a pasos y sensor de posición, para provocar la operación deseada del regulador de tiro. Por lo tanto, el controlador de registro 133-146 controla la cantidad del aire acondicionado introducido en su región o extraído de su región para cumplir (siempre que sea posible, dada la capacidad del dispositivo de calefacción/refrigeración 103 y el soplador 106, condiciones del ambiente, etc.) la temperatura deseada. En ausencia de información desde cualquier unidad de control remoto 150-153, ordenador 156 o  
30 termostato de red 160-163 acerca de una temperatura deseada, los controladores de registro 133-146 pueden operar para igualar las temperaturas de todas las regiones. Por lo tanto, en una instalación con un único termostato de HVAC convencional 108, que no está conectado a la red de registros, y la adición de únicamente los registros de control 113-126 puede operar para igualar la temperatura en todas las habitaciones de una casa. Esta característica, en solitario, proporciona una mejora significativa en nivel de comodidad y ahorros de energía (evitando sobrecalentar una o más de las habitaciones para satisfacer el termostato 108) sobre sistemas de control de HVAC de la técnica anterior.

#### Instalación

40 Uno o más componentes del sistema de control de HVAC 100 pueden instalarse en un nuevo sistema de HVAC, o uno o más componentes del sistema de control de HVAC 100 pueden readaptarse en una estructura existente. En cualquier caso, más adelante, pueden instalarse también componentes adicionales del sistema de control de HVAC 100.

45 Después de que se han instalado, cada nuevo componente intenta comunicar con otros componentes del sistema de control de HVAC 100 que están dentro del alcance del transceptor inalámbrico del componente recién instalado. El componente recién instalado a continuación identifica cuál, si los hubiera, de estos otros componentes son parte de el mismo sistema de HVAC como el componente recién instalado. (Debería observarse que puede haber más componentes instalados en sistemas de HVAC no relacionados que están dentro del alcance de comunicación  
50 inalámbrica, tal como sistemas de HVAC en hogares cercanos o en otras plantas de un edificio de múltiples plantas, y el componente recién instalado debería ignorar estos componentes no relacionados). Un proceso de descubrimiento de otros componentes se describe en el contexto de instalación de un controlador de registro; sin embargo, puede usarse un proceso similar mediante otros tipos de componentes.

55 Un controlador de registro recién instalado 133-146 monitoriza las comunicaciones de otros controladores de registro que están dentro del alcance del transceptor inalámbrico del controlador de registro recién instalado. Comparando los datos del entorno recibidos desde la red descubierta, tal como el tiempo en el que el flujo de aire se inicia y se detiene, con sus propias mediciones, el registro determina si debería unirse o no a esa red. Los componentes con células fotovoltaicas pueden observar, opcionalmente o como alternativa, tiempos en los que las intensidades de luz  
60 (presumiblemente debido al movimiento aparente del sol o iluminación artificial) son altas o bajas y se correlacionan a los patrones de nivel de iluminación detectados con otros componentes sensibles a la luz, como se describe en más detalle a continuación. Si la red descubierta está en el mismo entorno que el nuevo registro, se une a esa red. Los controladores de registro 133-146 pueden enviar rutinariamente información acerca de sus respectivos tiempos de flujo de aire, patrones de iluminación de luz, etc., o los controladores de registro 133-146 pueden consultarse  
65 mediante el controlador de registro recién instalado para esta información.

De manera similar, los termostatos de red 160-163 deberían experimentar cambios del entorno que se correlacionan bien con registros cercanos.

5 Aunque en algunas realizaciones los componentes usan temporizaciones de flujos de aire o cambios de temperatura para facilitar descubrir automáticamente otros componentes, este descubrimiento automático puede ser basándose en temporizaciones de otros cambios del entorno, tal como humedad o luz. Por ejemplo, como se indica a continuación, los registros controlados pueden incluir células fotovoltaicas para alimentar los controladores de registro 133-146. Usando temporizaciones e intensidades de señales desde estas células fotovoltaicas, los controladores de registro 133-146 pueden correlacionar tiempos en los que la luz relativamente intensa, tal como luz del sol, brilla en las células fotovoltaicas, o tiempos en los que luz relativamente débil, tal como luz artificial de lámparas de interior, o ninguna luz brilla en las células fotovoltaicas.

15 Si el controlador de registro recién instalado 133-146 falla al encontrar una red usando el mismo sistema de HVAC, el controlador de registro recién instalado 133-146 forma una nueva red y opera en solitario, hasta que otro controlador de registro 133-146 o termostato de red 160-163 que es parte de el mismo sistema de HVAC entra dentro del alcance y se une a su red. Los termostatos de red 160-163 realizan operaciones similares después de su instalación.

20 Por lo tanto, cada controlador de registro 133-146 y termostato de red 160-163 es esencialmente auto-instalable, en que no se requiere implicación del usuario para interconectar los controladores de registro 133-146 o los termostatos de red 160-163 entre sí. El usuario únicamente necesita poner los registros y termostatos donde él desea que estén. El sistema de HVAC 100 facilita el crecimiento incremental; pueden añadirse componentes en cualquier momento, y no todos los registros necesitan equiparse con controladores de registro. En consecuencia, un propietario de edificio puede instalar controladores de registro en unas pocas localizaciones seleccionadas, tales como habitaciones que están crónicamente demasiado calientes o demasiado frías, para mejorar la comodidad en estas regiones. En otro escenario, el propietario del edificio puede instalar controladores de registro 133-146 en localizaciones que están frecuentemente desocupadas, para ahorrar energía minimizando la cantidad del aire acondicionado suministrado a estas regiones. Aunque la instalación de los controladores de registro 133-146 en menos que en todos los registros de un sistema de HVAC puede no ser óptima, una instalación de este tipo puede proporcionar el mayor ahorro o mejora de comodidad para la inversión correspondiente, es decir, el coste de los registros controlados.

#### Controlador de registro inteligente

35 Las funciones principales del controlador de registro inteligente 133-146 son: controlar dinámicamente la cantidad de aire permitido que pase a través de un registro asociado 113-126; medir temperatura del aire en la región asociada (habitación); medir temperatura del aire en el conducto asociado; identificar, comunicar con y coordinar con otros componentes de red; mantener un reloj/calendario; generar potencia eléctrica para operar el controlador de registro; y comunicar con una o más unidades de control remoto 150-156.

40 La Figura 2 es una vista en perspectiva de la parte frontal de un registro 200 ilustrativo. Gran parte de la cara 203 del registro 200 puede cubrirse por, o construirse de, células fotovoltaicas, ejemplificadas mediante las células fotovoltaicas 206. Un indicador, tal como un diodo de emisión de luz (LED) 210, puede incluirse para visualizar información de estado. Una placa de circuito 213 puede sujetarse a la parte trasera, o a otra porción conveniente, del registro 200. La placa de circuito 213 incluye un procesador, circuitos control de potencia, etc., como se describe en el presente documento.

50 La Figura 3 es una vista en perspectiva de la parte trasera del registro 200. Un regulador de tiro controlable, en este punto ejemplificado mediante las dos paletas contra-rotatorias 300 y 303, está sujeto al registro 200 para controlar el flujo de aire a través del registro 200. El regulador de tiro controlable puede operarse mediante un servo, tal como un motor a pasos y sensor de posición (no visible). El regulador de tiro controlable puede construirse para mantener su posición, tal como mediante fricción, sin uso de potencia entre los tiempos en los que las posiciones de las paletas 300 y 303 se cambian por el servo motor 306. Puede usarse un motor de alto recuento de polos, tal como un motor a pasos. Los retenes magnéticos naturales proporcionados por los polos pueden usarse para mantener el regulador de tiro controlable en su lugar. La posición del regulador de tiro controlable puede ajustarse manualmente por un usuario, tal como mediante una rueda de selección (no mostrada), en el caso que el controlador de registro falle. Los registros de retorno 123-126 deberían equiparse con reguladores de tiro controlables que caigan en un estado abierto, de modo que si un registro de este tipo falla, el aire puede aún retornar mediante el registro.

60 La Figura 4 es otra vista en perspectiva de la parte trasera del registro 200, en el que la placa de circuito 213 puede observarse de manera más evidente. La Figura 5 es una vista en despiece del registro 200. En la realización mostrada en la Figura 5, una plancha frontal transparente 500 cubre las células fotovoltaicas 206. Una rejilla perforada 503 dispersa el aire que fluye a través de la rejilla 200. El servo motor 506 es visible en la Figura 5.

65 La Figura 6 es un diagrama de bloques esquemático de uno de los controladores de registro inteligentes 133-146. El controlador de registro puede implementarse mediante componentes electrónicos en, o conectados a, la placa de circuito 213. Las células fotovoltaicas 206 están conectadas a una fuente de alimentación 600, que se describe en

más detalle a continuación. La fuente de alimentación 600 puede incluir una batería recargable, un súper condensador u otro dispositivo de almacenamiento de energía adecuado para alimentar los circuitos restantes cuando las células fotovoltaicas 206 están insuficientemente iluminadas para alimentar directamente potencia a los circuitos. El controlador de registro puede comunicar con otros nodos de red mediante un transceptor inalámbrico 603, tal como un transceptor de RF. Entre otra información, el controlador de registro inteligente puede informar a otros nodos de la cantidad de energía en su dispositivo de almacenamiento de energía, de modo que las tareas de red pueden asignarse a nodos que tienen las reservas de potencia más grandes.

Un transceptor de infrarrojos (IR) (o, en algunos casos, únicamente un receptor o transmisor) 606 facilita la comunicación inalámbrica entre el controlador de registro y una unidad de control remoto 150-153. Uno o más sensores de temperatura 610, tal como uno o más termistores, diodos de silicio o cualquier otro componente sensible a temperatura adecuado, están localizados para ser expuestos al aire que fluye a través del registro 200. Un controlador 613 controla la operación de los componentes restantes del controlador de registro. El controlador 613 puede implementarse con un procesador 620 que ejecuta instrucciones almacenadas en una memoria 622. Un reloj 626 posibilita que el controlador 613 rastree el tiempo y fecha aunque, como se indica a continuación, el reloj puede rastrear el tiempo de acuerdo con una zona horaria arbitraria, tal como una zona horaria basándose en las 12 en punto que corresponden a mediodía o medianoche, según se detecta por la luz brillante que ilumina las células fotovoltaicas.

Para minimizar el consumo de potencia, el deflector debería mantener su posición sin uso de potencia. Además, un usuario debería poder ajustar manualmente la posición del deflector, en el caso de un fallo del registro. En una realización, un motor de alto recuento de polos, tal como un motor a pasos, acciona el deflector sin engranaje. Las propiedades de retención magnética natural de un motor magnético de este tipo pueden usarse para mantener el deflector en su lugar. El deflector, el motor y la rueda de ajuste manual pueden estar en un eje común. En el caso de múltiples cuchillas deflectoras, que pueden usarse para reducir la profundidad del registro, una cuchilla puede estar en el eje común, y las otras cuchillas pueden accionarse por engranajes o una articulación.

Para reducir el recuento de partes, cableado y coste del mecanismo de deflector de motor a pasos, parte del motor y dispositivo de detección de posición pueden montarse en la placa de circuito impreso principal. Los devanados del motor pueden montarse en la placa de circuito, y las piezas del polo magnético permanente pueden sujetarse al eje. Un orificio (chapado a través) en la placa de circuito puede proporcionar un rodamiento de eje para mantener las partes del motor alineadas. Un sensor de posición puede ser también parte de la placa. Un sensor de capacidad puede formarse por cojinetes en la placa y planchas segmentadas rotatorias sujetadas al eje. La pieza de polo magnético permanente en movimiento puede ser en forma de una taza que rodea un conjunto de bobina con forma de disco sujetado a la placa de circuito, o los polos magnéticos permanentes rotatorios pueden estar en el centro de un anillo estático de un conjunto de bobina. En cualquier caso, las planchas de condensador en movimiento pueden sujetarse al conjunto de pieza del polo. Las planchas de condensador, o todo el conjunto de deflector-eje, pueden montarse con resortes para forzarlas a entrar en contacto con la placa, y una de las planchas (fija o en movimiento) puede cubrirse con un aislante fino. Las planchas en movimiento pueden activarse mediante un segmento de plancha estático en la placa de circuito, de modo que pueda no requerirse cables en las partes en movimiento.

El ajuste manual del deflector puede hacerse usando una rueda en el eje de deflector que tiene un diámetro suficiente grande de modo que un cordón de la rueda sobresalga a través de una ranura en la cara del registro. El eje desde el deflector a la rueda puede fabricarse ligeramente flexible, de modo que empujar la rueda en la cara del registro (provocado, por ejemplo, por alguien que pise el registro) no provoca daño.

#### Reloj

Cada controlador de registro 113-146 mantiene varios tiempos de reloj y varios estados relacionados con estos tiempos. El tiempo más fundamental en cada controlador de registro 113-146 es un reloj de tiempo unitario (UT). Este es un recuento que se inicializa a cero cuando se fabrica el controlador de registro 113-146 y se incrementa a una tasa fija cada vez que se enciende el procesador del controlador de registro 620. Este tiempo tiene suficiente resolución para registrar el tiempo de eventos de manera tan precisa como sea necesaria, tal como en 1/256 segundos. El acumulador para este tiempo tiene suficientes bits, tal como 40 bits, que no se sobrecargarán durante el tiempo de vida esperado del controlador de registro. Si el procesador 620 detecta que pronto se quedará sin potencia, este reloj se graba en memoria no volátil.

Como parte del estado para este reloj, hay otros tres valores grabados. Un valor es el estado actual del UT: resetear o válido. Este bit de estado se establece a "resetear" desde el tiempo en el que el componente graba el UT en preparación para un apagado completo, debido a baja potencia, hasta que se restaure la potencia y se reanude la acumulación. Cuando el UT se ejecuta de nuevo, este estado se cambia a "válido". El segundo dato de estado es el valor del UT en el fallo de potencia anterior, o Tiempo Unitario de Último Bloqueo (LCUT). Este valor se inicializa en el momento de fabricación a cero y se establece al valor del UT grabado cuando se reinicia el UT, y puede de hecho ser el valor en memoria no volátil grabado en el momento de un fallo de potencia. El tiempo desde el último fallo de potencia puede calcularse restando LCUT del UT actual. El procesador puede determinar si un valor de UT almacenado es válido como una medición de transcurso de tiempo comprobando que este valor es mayor que el

LCUT. El tercer valor es un recuento del número de veces que se ha cambiado LCUT, es decir el número de bloqueos de fallo de potencia de procesador. Este último valor se usa para determinar si un controlador de registro está teniendo fallos de potencia frecuentes y tal vez debería subir de un controlador de registro de potencia de luz a un controlador de registro de luz y viento o alimentado externamente.

5 El segundo "tiempo" que mantiene cada controlador de registro es el tiempo de red (NT). Este de hecho es una corrección del UT a un tiempo coherente entre los miembros de una red. Se establece al UT del miembro más antiguo de una red. Cada componente de red mantiene un valor con signo que, cuando se añade a su UT, proporciona el NT y un valor de estado que se establece a válido después de que un registro se une a una red y se le proporciona o proporciona el NT. Para evitar desacuerdos en NT cuando se une un nuevo componente a una red, hay un proceso que en primer lugar tiene todos los componentes en la red establecidos a NT como no válidos. El proceso a continuación distribuye el nuevo NT, desde el que cada componente calcula su valor de corrección, y a continuación el proceso establece el NT como válido.

15 El último tiempo que mantiene el controlador de registro es el tiempo real. Esto también se mantiene como un desplazamiento desde UT, y un estado. El desplazamiento es el número el que debe añadirse al UT para producir el tiempo real local en segundos desde un tiempo predeterminado, tal como el comienzo del año 2000. Este valor tiene al menos dos posibles estados: válido y no válido. El estado se inicializa a no válido y se resetea a no válido en cualquier bloqueo. El estado se establece a válido cuando el controlador de registro se informa del tiempo local mediante una unidad de control remoto 150-153 o desde otro nodo de la red.

25 Usando el sensor de temperatura 610, el controlador de registro puede determinar la temperatura del aire acondicionado que se está entregando a la región. Además, el controlador de registro puede determinar la velocidad del aire que se está entregando, tal como forzando una corriente eléctrica conocida a través del termistor durante un corto tiempo, calentando de esta manera el termistor por encima de la temperatura del aire acondicionado, y a continuación midiendo la cantidad de tiempo requerido para que la temperatura del termistor caiga a una cantidad predeterminada, tal como una mitad de la diferencia entre la temperatura calentada y la temperatura del aire que fluye.

30 Una relación entre la velocidad de flujo de aire y la caída de temperatura, como una función del tiempo, puede determinarse experimental o algorítmicamente usando características conocidas del termistor. Los datos que representan esta relación o representativos de los pares de valores de velocidad del aire-tiempo de caída de la temperatura pueden almacenarse en una tabla, tal como en la memoria 622 del controlador 613. Opcionalmente o como alternativa, esta relación puede almacenarse como una función matemática en la memoria 622. La tabla o función pueden usarse para calcular la velocidad del flujo del aire a partir del tiempo de caída de temperatura.

40 Después de que el soplador 106 haya detenido la operación y haya pasado una cantidad adecuada de tiempo para las temperaturas en el registro para estabilizarse con la región, el sensor de temperatura 610 puede usarse para medir la temperatura de la región, obviando de esta manera o reduciendo la necesidad de un termómetro en la región.

45 Opcionalmente o como alternativa, la tasa de flujo de aire acondicionado puede medirse por otro sensor (no mostrado), tal como dos cojinetes eléctricamente conductores. Una de los cojinetes puede fijarse en la placa de circuito 213, y el otro cojinete puede sujetarse a una paleta flexible en la ruta del flujo del aire acondicionado. Cuando el aire acondicionado fluye, inclina la paleta flexible una cantidad proporcional a la tasa de flujo de aire. El controlador 613 mide la capacidad entre los dos cojinetes cuando fluye el aire acondicionado y cuando no fluye. La diferencia en las dos mediciones de capacidad indica la cantidad de desviación de paleta y, por lo tanto, la tasa de flujo de aire.

50 Por lo tanto, el controlador 613 puede determinar tres piezas de información: temperatura de región, temperatura de aire acondicionado y tasa de flujo de aire acondicionado.

55 Probando el flujo de aire a intervalos frecuentes, el controlador 613 puede medir la cantidad de tiempo que opera el dispositivo de calefacción/refrigeración 103 y/o el soplador 106, es decir, un "tiempo de ejecución" de sistema de HVAC. Sin embargo, todos los registros controlados 112-126 experimentan flujos de aire casi al mismo tiempo. Por lo tanto, todos los controladores de registro 133-146 no necesitan realizar simultáneamente sus propias mediciones de tiempo de ejecución de sistema de HVAC. En su lugar, únicamente uno o un pequeño número de los controladores de registro 133-146 pueden necesitar realizar la medición de tiempo de ejecución del sistema de HVAC en cualquier punto en el tiempo, y la información de tiempo de ejecución puede a continuación proporcionarse a los otros controladores de registro 133-146 en la red. Los controladores de registro 133-146 que no realizan la medición de tiempo de ejecución del sistema de HVAC pueden entrar en un estado de baja potencia, conservando de esta manera energía. La tarea de medir el tiempo de ejecución del sistema de HVAC puede asignarse de una manera por turnos rotativos entre los controladores de registro 133-146. Opcionalmente o como alternativa, esta asignación puede modificarse para usar exclusivamente o más frecuentemente los controladores de registro 133-146 que tienen las mayores reservas de potencia (es decir, los niveles más altos de carga en sus baterías).

El tiempo de ejecución del sistema de HVAC y la información acerca de las diferencias entre temperaturas del aire acondicionado suministrado a regiones y las temperaturas de las regiones pueden usarse mediante uno o más nodos de la red para calcular la cantidad energía entregada a través de los registros 112-126. Si la energía usada mediante el sistema de HVAC es también conocida, la eficacia del sistema de HVAC puede calcularse. La energía usada mediante el sistema de HVAC puede introducirse por un usuario, tal como introduciendo los datos a partir de facturas de energía. Como alternativa, si se conoce la potencia nominal (por ejemplo, los kilovatios nominales de una unidad de aire acondicionado) de los componentes de sistema de HVAC, es decir, el dispositivo de calefacción/refrigeración 103 y el soplador 106, la cantidad de energía usada por el sistema de HVAC puede calcularse multiplicando la potencia nominal por la cantidad de tiempo que operan los componentes del sistema de HVAC.

Incluso si no se conoce la cantidad de energía usada mediante el sistema de HVAC, las eficacias relativas de proporcionar aire acondicionado a diversas regiones, es decir, a través de registros controlados 113-120 particulares puede calcularse mediante los nodos de la red. Si una o más de estas regiones o registros 112-120 opera de manera menos eficaz que los otros, un nodo puede notificar a un usuario, tal como enviando un mensaje a una unidad de control remoto 150-153 o al ordenador 156 o iluminando el indicador 210 en los registros 200. Esto puede alertar a que el usuario mejore el aislamiento térmico de la región y/o reduzca la infiltración del aire exterior en la región. Opcionalmente o como alternativa, el usuario puede poder realizar decisiones informadas con respecto a la calefacción o refrigeración continuada de la región, en luz de la cantidad de uso que recibe la región, con relación a la cantidad de energía usada para calentar o enfriar la región. De manera similar, una disminución repentina en la eficacia de una región puede producirse por una ventana que se ha dejado abierta, y puede alertarse al usuario de manera similar.

Opcionalmente, cada registro controlado 113-126 puede equiparse con un sensor de infrarrojos térmico 212 (Figuras 2, 5 y 6), posicionado y orientado para tener una vista en la región servida por el registro controlado 113-126. Este sensor mide la radiación de cuerpos negros desde el objeto sólido más cercano o delante de él. El sensor de infrarrojos 212 acepta radicación a través de una ventana en la cara 500 del registro 200, por lo que si el registro 200 está montado en un suelo, el sensor de infrarrojos 212 puede medir la temperatura de un techo. Esta medición puede correlacionarse con la medición de temperatura del aire de la región realizada usando el sensor de temperatura 610. Usando esta correlación, la temperatura de infrarrojos puede usarse para calcular la temperatura del aire de la habitación de la región, incluso cuando el aire está pasando a través del registro 200.

La información de ocupación de región puede usarse ventajosamente mediante el controlador 613 para ahorrar energía proporcionando menos que la cantidad habitual del aire acondicionado en una región que no ha sido ocupada durante algún tiempo. El controlador 613 puede emplear uno o más de varios métodos para determinar la ocupación de la región. Por ejemplo, el sensor de infrarrojos 212 puede usarse para detectar cuándo una persona o animal pasa brevemente delante del registro 200. Opcionalmente o como alternativa, las células fotovoltaicas 206 pueden usarse para detectar que las luces de la habitación están encendidas, que puede indicar que la habitación está ocupada. Una sombra, por ejemplo una sombra emitida por un ocupante que pasa, que pasa brevemente sobre las células fotovoltaicas 206 puede indicar también que la región está ocupada. En algunos casos, abrir o cerrar una puerta en una región modifica el flujo de aire dentro o fuera de la región. Por lo tanto, un cambio en el flujo de aire a través del registro controlado 113-126, sin haber provocado el controlador 613 un cambio en las paletas de control de aire 300-303, puede indicar que un ocupante entró o salió de la región.

Opcionalmente o como alternativa, una unidad de control remoto 150-153 puede usarse por un ocupante para indicar que la región está ocupada. Por ejemplo, la unidad de control remoto 150-153 puede incluir un botón que, cuando se presiona, indica que la región que está ocupada. Adicionalmente, recibir cualquier comando, tal como establecer una temperatura deseada o un tiempo de retraso, emitido en una región puede usarse para inferir que la región está ocupada. La ausencia de cualquier indicación de ocupación durante varios minutos puede indicar que una región no está ocupada.

La luz artificial puede diferenciarse de la luz del sol por el nivel relativamente bajo de iluminación proporcionado por las luces artificiales y el rápido aumento o disminución en nivel de luz cuando una lámpara se enciende o apaga, en comparación con el aumento o disminución gradual en el nivel de luz durante la salida del sol o la puesta del sol, la salida de la luna o la puesta de la luna. Por lo tanto, el tiempo del día frente al tiempo de la noche puede distinguirse automáticamente, incluso si el reloj 626 no está establecido. Incluso sin establecerse el reloj 626, los controladores de registro 133-146 pueden compartir su información acerca de la detección de luz brillante y, por lo tanto, medir el número de horas de luz del día.

Si se ha establecido el reloj de sistema 626, el controlador 613 puede determinar los tiempos de salida del sol y puesta del sol indicando los tiempos cuando la luz intensa empieza a brillar en las células fotovoltaicas 206 y cuando esta luz intensa deja de brillar en las células fotovoltaicas 206. Por lo tanto, puede crearse una zona de tiempo arbitraria, en la que mediodía se hace que corresponda al nivel de luz promedio más brillante detectada, o como alternativa a medio camino entre salida del sol y la puesta del sol, durante una serie de periodos de 24 horas.

El sensor infrarrojos térmico 212 puede usarse también para medir una cantidad de radiación de infrarrojos térmicos

del ambiente en la región. El nivel de infrarrojos térmico del ambiente es un componente importante de nivel de comodidad. Midiendo tanto la temperatura del aire como nivel de infrarrojos térmico, la red puede mantener un mejor nivel de comodidad. Por ejemplo, los registros controlados 113-120 pueden proporcionar menos aire calentado en áreas con cantidades significativas de radiación de infrarrojos térmicos, tal como desde las ventanas, consiguiendo de esta manera ahorros de energía.

Fuente de alimentación

Como se indica, las células fotovoltaicas 206 proporcionan potencia eléctrica para el controlador de registro. Opcionalmente o como alternativa, un ventilador (no mostrado) localizado en la corriente de flujo de aire puede usarse para accionar un generador (no mostrado). El ventilador debería posicionarse por lo que nunca se tape por el regulador de tiro ajustable o de manera que está tapado únicamente cerca del estado cerrado extremo del regulador. Opcionalmente, puede proporcionarse una batería principal (no mostrada) y/o una fuente de alimentación externa (no mostrada).

La Figura 7 es un diagrama de circuito esquemático de una fuente de alimentación 600 ilustrativo. La energía se suministra mediante las células fotovoltaicas VI-Vn 206 y/o un generador alimentado por ventilador. Puede proporcionarse también una entrada de potencia de CC opcional, de modo que pueda usarse también una fuente externa. Los diodos D1 y D2 combinan la potencia desde la fuente externa y las células fotovoltaicas (y/o el generador alimentado por ventilador) en el condensador C1. Las resistencias R1 y R2 dividen la tensión desde la fuente externa a un nivel tolerable para un microprocesador U4 para permitir que las dos fuentes se distingan. La tensión en C1 se aplica a un convertidor de potencia de conmutación U1. Este convertidor suministra una salida de corriente, que se suministra a las baterías recargables B1-Bn. La corriente suministrada a las baterías recargables B1-Bn se controla, mediante un convertidor de conmutación U1, mediante el microprocesador U4. El microprocesador U4 puede monitorizar también la corriente dentro o fuera de las baterías recargables B1-Bn mediante R3 y el amplificador U2. El microprocesador U4 puede por lo tanto maximizar la corriente en las baterías, optimizando por lo tanto la utilización de la potencia de las células solares para cualquier nivel de luz.

Las resistencias R4 y R5 dividen la tensión desde las baterías recargables B1-Bn a un nivel tolerado por el microprocesador U4. El microprocesador U4 por lo tanto puede medir tanto los niveles de tensión y corriente en las baterías recargables B1-Bn para optimizar la carga de la batería.

La potencia desde las baterías recargables B1-Bn se suministra directamente al servo motor y también a un convertidor de potencia de conmutación U3, que proporciona tensión regulada al microprocesador U4 y a otra circuitería en el controlador de registro. Puesto que el microprocesador U4 puede determinar la tensión de la batería recargable B1-Bn, el microprocesador U4 puede compensar las señales de accionamiento de motor en consecuencia. La salida del convertidor de potencia U3 se conecta a un condensador grande C2 que permite que el microprocesador U4 desconecte el convertidor U3 la mayoría del tiempo, reduciendo la energía usada por el convertidor U3. Otra circuitería de desconexión (no mostrada) permite que el microprocesador U4 ahorre potencia adicional encendiendo los dispositivos únicamente cuando son necesarios. La circuitería se diseña también de modo que la carga de la batería recargable B1-Bn tenga lugar automáticamente, incluso si la tensión de la batería recargable B1-Bn es demasiado baja para la operación del microprocesador U4.

Red

Los objetivos de la red incluyen conservar energía y mejorar la comodidad. La red consigue estos objetivos de un número de maneras, algunas de las cuales se resumen en la Tabla 1.

Objetivos de la red  
Tabla 1

Mantiene temperatura deseada en todas las áreas (controlando la cantidad del aire acondicionado suministrada a cada región)
Mide temperatura con mayor precisión y tiene en cuenta fondo de IR
Elimina o reduce el sobrecalentamiento o refrigeración de un área del hogar
Simplifica retraso de temperatura iniciado por el propietario de áreas seleccionadas
Simplifica la reducción de calefacción/refrigeración de todo el hogar a tiempos seleccionados
Posibilita retrasar cuando una habitación está desocupada
Reduce el desperdicio de sobre-presión en los conductos
Solicita o provoca la circulación de aire de áreas sobrecalentadas (sobre-refrigeradas) a áreas infra calentadas (infra-enfriadas) con el soplador del sistema de HVAC en solitario
Genera alarmas de desperdicio de energía de puertas o ventanas abiertas
Identifica áreas que necesitan aislamiento mejorado o infiltración reducida
Mide la eficacia del sistema global mejorando de esta manera decisiones de mejora

Aunque los controladores de registro 113-146 se han descrito como que tienen un transceptor de RF para comunicar con otros nodos de la red, pueden usarse otras formas de comunicación inalámbrica, tal como ultrasónica o de

infrarrojos. Cada nodo de red tiene una dirección de comunicaciones única asignada durante la fabricación y usada para comunicación de punto a punto. Esta dirección puede usarse también como el número de serie del nodo. Todos los nodos también tienen una dirección común (difusión) a la que todos los componentes responden.

5 Un uso para la dirección común es permitir que las unidades remotas portátiles 150-153 descubran la dirección única de cualquier nodo de red. Esto se hace apuntando la unidad remota portátil 150-153 en un nodo y transmitiendo un comando desde la unidad de control remoto 150-153 mediante el transceptor de RF en la unidad de control remoto a todos los nodos, donde el comando provoca que los nodos transmitan sus direcciones únicas mediante sus transceptores infrarrojos 606 (Figura 6). La unidad de control remoto tiene un transceptor de infrarrojos 816 (Figura 8) que es direccional y únicamente recibe esta señal óptica desde el nodo al que está apuntada la unidad de control remoto 150-153. Una vez que la unidad de control remoto ha recibido una dirección única del nodo, puede comunicar con ese nodo explícitamente a través de la red inalámbrica de RF normal. La ruta óptica puede usarse para determinar que el usuario de la unidad de control remoto aún está apuntando al mismo componente para todas las comunicaciones posteriores, pero en este caso un único destello de luz desde únicamente el nodo direccionado por la unidad de control remoto es suficiente para confirmar que el nodo correcto se ha direccionado. Si la unidad de control remoto falla al detectar este destello, reiniciará el procedimiento de descubrimiento de dirección.

20 La unidad de control remoto permite que el usuario seleccione un componente de red apuntando al control remoto como si fuera una pistola, pero evita el gasto de un sistema de comunicaciones óptico de alta velocidad de dúplex completo separado para cada registro controlado. El sistema propuesto requiere la adición de únicamente un único LED, que puede usarse para otras funciones, tal como para indicar al propietario que el registro controlado está funcionando apropiadamente. Aunque la unidad de control remoto debe tener un detector de luz, necesita soportar únicamente comunicaciones de baja velocidad que pueden ejecutarse mediante el microprocesador, sin la necesidad de otro hardware especializado.

30 En algunas realizaciones, un nodo devuelve su dirección única a través de la ruta de la luz. En otras realizaciones, pueden usarse otros sistemas. Por ejemplo, puesto que la unidad de control remoto 150-153 normalmente tiene una lista de todas las direcciones en el sistema 100, puede ordenar secuencialmente a cada uno de ellas que hagan destellar su LED (visible o IR) hasta que la unidad de control remoto detecte un destello. En la instalación, si la unidad de control remoto no ha obtenido ya la lista de direcciones de componente único, puede usar la dirección de difusión para descubrir todos los nodos en el alcance, no todos los cuales pueden estar en el sistema local 100. Sin embargo, el uso de realimentación óptica desde el nodo permite que se use un modo de "apuntar para seleccionar".

35 Cada nodo de red tiene varios estados, y entre estos están: Nuevo (nunca instalado); Descubrimiento (instalado en un sistema de HVAC, pero aún descubriendo otros componentes); e Instalado. Cuando un registro controlado 113-126 se instala en un conducto, el registro controlado 113-126 eventualmente detecta el flujo de aire que está más caliente o más frío que la temperatura ambiente en la región. El controlador de registro anota el (relativo) tiempo (UT) en el que el flujo de aire se inicia y detiene. La existencia de aire caliente o frío que pasa a través del registro indica que el registro controlado se ha instalado en un sistema de HVAC. En ese momento, el registro controlado conmuta al modo de descubrimiento. El controlador de registro envía una solicitud a la dirección común para que todas las unidades en alcance de comunicación respondan con su dirección única. Esta solicitud se acompaña mediante la propia dirección única del controlador de registro recién instalado. Como alternativa la nueva unidad puede monitorizar todas las frecuencias usadas por redes de registros, y si es apropiado, anexa una solicitud para unirse al final de la transmisión de red normal. En cualquier caso la unidad únicamente se une a redes que parecen estar en el mismo sistema de HVAC. Como se indica, esto puede conseguirse comparando los tiempos que ambos nodos observaron inicios y detenciones recientes de flujo de aire. Si estos tiempos son aproximadamente iguales, tal como dentro de aproximadamente tres segundos, el nodo recién instalado se une a la red de comunicaciones del nodo descubierto, y el nodo recién instalado cambia su modo a "instalado".

50 La red incluye todos los nodos que han establecido sus estados para indicar que están en la misma red. La red puede tener un número de identificación que es arbitrario pero único. Una manera de garantizar la unicidad del ID de red es usar la dirección única de cualquier unidad en la red, por ejemplo el primer controlador de registro en la red. Este nodo se denomina en cualquier lugar el componente "más antiguo" y es la base para el tiempo de red, en que el NT es idéntico al UT de este nodo.

60 Un nodo puede eliminarse de la lista de nodos de la red por cualquiera de varias razones. Por ejemplo, si un nodo no ha comunicado con cualquier nodo de la red durante un periodo de tiempo sustancial, tal como alrededor de un día, la red puede marcar el nodo no comunicativo como que ya no es un miembro de la red. Esto puede ocurrir si un registro se ha eliminado del sistema de HVAC. Si cualquier nodo de la red se identifica a sí mismo como un miembro de otra red, se elimina como un miembro de esta red. Si un controlador de registro registra los tiempos de encendido y apagado del sistema de HVAC como sustancialmente diferentes de los tiempos de encendido y apagado acordados, el controlador de registro se elimina de la red.

65 Si por alguna razón el nodo "más antiguo" ya no es un componente de la red, es posible que se haga el componente "más antiguo" de una red diferente. Para mantener la unicidad, la red cambia su ID a la dirección única de un

componente diferente, tal como el ID numéricamente más pequeño entre los nodos restantes. El desplazamiento para el NT no es necesario que se cambie, de modo que el tiempo puede permanecer coherente en la red.

5 Un registro controlado 113-126 puede también suponer que se ha instalado cuando detecta un nivel umbral de flujo de aire. Requerir la detección de aire caliente o frío y un flujo de aire puede reducir falsos intentos de instalación. Sin embargo, debido a que los falsos intentos de instalación hacen poco daño, es posible intentar la instalación en el flujo de aire únicamente. Un registro controlado 113-126 no debería intentar instalarse a sí mismo hasta que haya recibido una carga de fuente de alimentación bastante completa y haya detectado un ciclo de soplador de sistema completo de mínima duración (por ejemplo mayor que un minuto), por lo que puede determinar si está en el mismo sistema que las otras unidades que descubre.

15 Puede haber varios métodos de determinación de si dos nodos están en el mismo sistema 100, pero todos ellos pueden equivaler a descubrir similitudes en sus respectivos entornos. Los tiempos de “encendido” y “apagado” para el flujo de aire son buenos indicadores para los registros controlados 113-126. Para identificar un termostato de red 160-163, pueden correlacionarse las fluctuaciones de temperatura con el tiempo, que deberían correlacionarse mejor con un registro controlado cercano 113-126. Una vez que se identifica el controlador de registro, todos los otros nodos de sistema pueden revelarse por ese controlador de registro. En el caso de un termostato de red 160-163, puede haber una correlación mínima de temperatura con el tiempo y una intensidad de señal mínima para el enlace de comunicación antes de que el termostato de red se incorpore en el sistema 100. Este umbral de aceptación puede reducirse con el tiempo, por lo que el termostato de red 160-163 se acepta eventualmente, incluso si la correlación y la señal son débiles. Puede suponerse que el termostato de red 160-163 debería ser una parte de algún sistema y que un usuario no podría un termostato de red en una región con registros no controlados.

25 Como una protección adicional contra errores de instalación, en una realización, los controladores de registro 133-146 aceptan cambios de punto de ajuste únicamente desde un termostato de red 160-163, y ese termostato de red debe ser el de la correlación más alta de fluctuaciones de temperatura con el controlador de registro. Además, cada cambio de punto de ajuste puede usarse a continuación para realizar un experimento para asegurar que todos los controladores de registro están respondiendo al termostato de red correcto, no un termostato de red en una región cercana.

30 Por ejemplo, si el sistema está calentando, y el punto de ajuste local se reduce por debajo de la temperatura de la región actual (tal como por un ser humano ajustando el termostato), todos los registros controlados asociados pueden cerrar sus deflectores para reducir el flujo de aire. Esto daría como resultado una reducción en la temperatura, principalmente en la región en la que están localizados el termostato de red y su registro o registros controlados asociados. Si hay una gran correlación con un termostato de red diferente o con un registro controlado que no está asociado con este termostato de red, la asociación puede ser incorrecta y debería cambiarse.

40 El “experimento” anteriormente descrito se inició como resultado de una acción por un ser humano. Es posible también que cualquier nodo inicie un experimento similar, en ausencia de la acción por un ser humano. Por ejemplo, si la temperatura sobre la correlación del tiempo está por debajo de un umbral, y hay una correlación comparable con otros nodos no asociados, el nodo puede iniciar automáticamente el experimento.

45 Así como una red de configuración automática debería prepararse para añadir nuevos nodos, la red debería también eliminar componentes que parece que han dejado la red. Es posible que un nodo se haya eliminado por el propietario para usar en un sistema de control de HVAC 100 diferente que está dentro del alcance de comunicación. Por ejemplo, el nodo puede haberse movido a otra zona en el mismo edificio. Continuando tratando este componente como un miembro de la red antigua podría provocar funcionamiento incorrecto o rendimiento subóptimo de la red. El sistema de control de HVAC 100 debería comparar periódica u ocasionalmente tiempos de encendido y apagado de HVAC y comprobar otros criterios, tales como temperatura correlacionada con el tiempo, para asegurar que los componentes movidos se eliminan de la red.

55 Un registro controlado 113-126 puede determinar si está compartiendo una región con otro registro controlado 113-126 cerrando su regulador de tiro y a continuación monitorizando la red para observar si algún otro registro controlado ha tenido que abrir su regulador de tiro para compensar. El experimento puede ejecutarse también abriendo el regulador de tiro y observando qué registros controlados han tenido que cerrar su regulador de tiro para compensar. Normalmente, la técnica más eficaz (abrir o cerrar) es la que provoca el mayor cambio en el flujo de aire total dentro o fuera de la región. Además, la presión del conducto en el registro controlado que inició el experimento y todos los otros registros puede medirse y compararse. Cerrar un registro de suministro debería aumentar la presión del conducto en registros de suministro cercanos, y abrir un registro de suministro debería reducir las presiones de registro de suministro cercanas. Los resultados de estos experimentos pueden combinarse con correlaciones de temperatura y presión de conducto.

#### Registro de retorno

65 En sistemas de HVAC convencionales, el flujo de aire se controla únicamente mediante registros de suministro de aire. Los registros de retorno de aire no tienen deflector de control. En un sistema convencional, cualquier intento

para controlar los registros de retorno de aire haría el equilibrio del sistema difícil.

5 En algunas realizaciones de la presente invención, se usa un registro de aire de retorno para mejorar la capacidad del sistema para mover aire desde áreas que están demasiado calientes hasta donde se necesita (o en el caso de aire acondicionado, para mover aire frío hasta donde se necesita). Sin control de los retornos de aire, el aire de retorno entraría desde todas las áreas y tendería a ser la temperatura del aire promedio en el edificio. Esto limitaría la utilidad de simplemente mover el aire, sin operar el dispositivo de calefacción/refrigeración 103, para conseguir comodidad. De hecho, si el sistema intenta mover el aire desde todo un edificio a una región específica, una mayor porción del aire retornado proviene desde esa región, puesto que la región con el registro de suministro abierto tiende a tener una presión de aire superior que otras regiones con registros de suministro cerrados. En consecuencia, se realiza poco cambio o ninguno de la red, y la energía se desperdicia abriendo el soplador 106.

15 En el caso de calefacción, tener deflectores controlados en todos los retornos permite que el sistema mueva de manera selectiva el aire desde el área más caliente al área más fría. Un uso secundario del retorno de aire controlado es para limitar el movimiento del aire desde el resto del edificio a regiones que se han retrasado o apagado.

20 Aunque los registros de retorno controlados 123-126 tienen hardware similar a los registros de suministro controlados 113-120, el algoritmo de control puede ser diferente. En algunas realizaciones, los registros de retorno controlados 123-126 tienen únicamente dos posiciones de regulador: abierto y cerrado.

25 La prioridad más alta para un registro de retorno es asegurar que nunca falla en el estado cerrado. Puesto que la mayoría del tiempo la red controla la temperatura ajustando los registros de suministro de aire, es importante que un registro de retorno controlado inoperativo no interfiera con este proceso. Para este fin, el hardware debería incluir un "por defecto a abierto".

#### Unidad de control remoto

30 La función principal de las unidades de control remoto 150-153 es permitir que un usuario comunique con la red, tal como para establecer una temperatura deseada en la región específica o para encender o apagar el suministro del aire acondicionado en la región. Sin embargo, las unidades de control remoto 150-153 no actúan como controles centrales para el sistema de HVAC. Como se indica, el control del sistema de HVAC se distribuye entre al menos los controladores de registro 133-146.

35 Cada unidad de control remoto 150-153 posibilita que el usuario: establezca una temperatura deseada dentro de una región específica; programe una planificación de retraso de temperatura para cada región; programe retrasos basándose en otras condiciones, tales como ocupación de habitación; establezca la hora y fecha en la red; conecte o desconecte el sistema de HVAC, en su conjunto o en una región seleccionada; anule parámetros de instalación automáticos; visualice información de estado; visualice datos de rendimiento de sistema; visualice sugerencias desde la red para conservación de energía o mejora de comodidad; y visualice mensajes de error, tales como mensajes relacionados con componentes disfuncionales o ineficacias.

45 La Figura 8 es un diagrama de bloques esquemático de una unidad de control remoto a modo de ejemplo. Un procesador 800 ejecuta instrucciones almacenadas en una memoria 803. De acuerdo con las instrucciones, el procesador acepta entradas de usuario mediante un conjunto de botones de interfaz de usuario 806 y/o una pantalla táctil 819 y visualiza información en la pantalla 810 o la pantalla táctil 819. El procesador 800 comunica con un controlador 613 (Figura 6) en un registro controlado cercano 113-120 mediante un transceptor de infrarrojos 813 y/o un transceptor de RF 816. Por lo tanto, el usuario puede usar cualquier unidad de control remoto 150-153 para comunicar con cualquier registro controlado 113-120 apuntando el transceptor de infrarrojos 813 en el transceptor de infrarrojos 606 (Figura 6) del registro controlado 113-120.

#### Termostato

55 Volviendo a la Figura 1, pueden usarse hasta tres tipos de termostatos. El termostato de sistema de HVAC original 108 puede mantenerse para controlar el dispositivo de calefacción/refrigeración 103 y el soplador 106. Un termostato de red 163 que está conectado para controlar el dispositivo de calefacción/refrigeración 103 y el soplador 106 puede conectarse al termostato de sistema de HVAC original 108, o el termostato de red 163 puede sustituir el sistema del termostato de HVAC 108. En cualquier caso, el termostato de red 163 incluye un transceptor inalámbrico, de modo que puede comunicar con otros nodos de la red. Un usuario puede establecer una temperatura deseada, tal como con los botones de interfaz de usuario convencionales y una pantalla en el termostato de red 163. El termostato de red 163 envía información acerca de las entradas de usuario, tal como una temperatura deseada o tiempo de retraso, a los nodos de la red.

65 El tercer tipo de termostato es un termostato de red 160 que no está conectado para controlar el sistema de HVAC. En otros aspectos, el termostato de red 160 es similar al termostato de red 163.

Los termostatos de red 160-163 pueden añadirse a cualquier región. Para facilidad de instalación, en algunas realizaciones, los termostatos de red no necesitan conexiones de alimentación. Cada termostato de red 160-163 puede tener una célula fotovoltaica en su propia superficie frontal. El termostato de red también puede tener que aprovisionarse de una batería principal. Aunque el termostato de red puede tener los mismos dispositivos de medición de temperatura (termistor y/o IR) que los controladores de registro, estos se usan principalmente para determinar qué registros controlados están en la misma región que el termostato. Una vez instalado en la red, el termostato de red puede apagarse completamente hasta que el usuario presione un botón. En este caso, la potencia para transmitir el nuevo ajuste a la red puede generarse a medida que se presiona el botón, tal como de una manera similar a la usada para controles de iluminación remotos. El termostato puede ser suficientemente delgado para parecer como una plancha de interruptor eléctrico cuando se pega en una pared.

Como se indica, un termostato de red 163 puede reemplazar el termostato de HVAC 108. Para realizar el reemplazo de un termostato existente sencillo, el termostato de red 163 permite que la conexión al cableado se haga arbitrariamente. Una realización del termostato de red 163 tiene 7 terminales de entrada, que proporcionan un conector para cada posible alambre desde el control de HVAC 109. Una vez conectados al control de HVAC 109, el termostato de red 163 mide la tensión, resistencia y/o impedancias entre pares de conexiones. Estos pares son cualquiera de fuentes de alimentación o devanados en relés que controlan la calefacción, refrigeración y el soplador. Hay, como máximo,  $6+5+4+3+2+1=21$  de tales pares. Las entradas de potencia deberían ser evidentes a partir de la tensión a través de un par. Los pares con una resistencia bastante baja son de manera similar a los devanados de los relés de control en el control de HVAC 109. El termostato de red puede a continuación determinar qué relés controlan la calefacción, refrigeración y el soplador aplicando la potencia suministrada de HVAC a uno o más de los alambres de relé y determinar qué ocurre, es decir, si comienza el flujo de aire, si el aire que fluye está calentado o refrigerado, etc. Este mecanismo no únicamente hace la instalación del termostato de red fácil, también evita errores de instalación del usuario.

El termostato de red 160 es principalmente una interfaz de usuario que permite al usuario observar la temperatura real y la temperatura de punto de ajuste, para ajustar la temperatura de punto de ajuste y desconectar la calefacción (refrigeración) en una región. Como se indica, el termostato de red 160 tiene capacidad de medición de temperatura local, pero es tal como se ha informado a la red y no ajusta directamente ningún registro. Por esta razón, el termostato de red 160 únicamente necesita encenderse para la instalación o después de que se presione un botón. Una combinación de una batería principal y potencia generadas a partir de presionar el botón debería permitir que un termostato se instalara el mismo en una red y continuara realizando sus funciones más importantes después de que la batería se agote.

### 35 Algoritmo de control de temperatura

Cada controlador de registro inteligente 133-140 en un registro de suministro controlado 113-120, y opcionalmente cada controlador de registro inteligente 143-146 en un registro de retorno controlado 123-126, ejecuta un algoritmo que determina cómo y cuándo debería operarse el regulador de tiro ajustable del respectivo registro. En un sistema con reservas de potencia generosas disponibles, el algoritmo de control puede ser bastante sencillo, como se ilustra mediante el diagrama de flujo de la Figura 9. Por ejemplo, en modo de calefacción, en 920, cada controlador de registro 133-146 abre sus paletas y cuando se suministra calor mediante el dispositivo de calefacción/refrigeración 103 y el soplador 106, y en 923, los controladores de registro 133-146 cierran las paletas cuando sus respectivas regiones alcanzan las temperaturas deseadas. Cerrando las paletas la mayoría del tiempo en los registros 128 convencionales, es decir, no controlados en la región que contiene el termostato de HVAC 108, la región servida por los registros no controlados 128 calienta más lentamente que las regiones suministradas por los registros controlados 112-120. El dispositivo de calefacción 103 se desconecta cuando se satisface el termostato de HVAC 108. Durante ese momento, las regiones suministradas por los registros controlados 113-120 deberían haber alcanzado sus respectivas temperaturas objetivo, y sus respectivos controladores de registro 133-128 deberían haber cerrado sus reguladores de tiro ajustables.

En 900, si se detecta flujo de aire, el control pasa a 903, donde se mide la temperatura de la habitación. Si el sistema de HVAC está operando en un modo de calefacción, en 906 el control pasa a 910, de otra manera el control pasa a 913. En 910, si la habitación está más caliente que la temperatura objetivo para la habitación, el control pasa a 923, en la que las paletas del registro se cierran en una cantidad incremental, tal como un número predeterminado de pasos de un motor a pasos. Por otra parte, si en 910 la habitación no está suficiente caliente, el control pasa a 920, donde el registro se abre en una cantidad incremental. Después de que un retardo 926 permita que la temperatura de la habitación cambie en respuesta al flujo de aire aumentado o reducido resultante de la apertura incremental 920 o el cierre incremental 923 del registro, el control retorna a 900. Por lo tanto, siempre que el aire esté fluyendo a través del registro, el bucle de control repetido compara la temperatura de la habitación a la temperatura de la habitación deseada y abre o cierra incrementalmente el registro, según sea necesario. Opcionalmente (no mostrado), si la temperatura de la habitación está dentro de un intervalo predeterminado de la temperatura deseada (es decir, dentro de una "banda muerta"), la apertura del registro puede dejarse como si estuviera en una iteración anterior del bucle. Opcionalmente (no mostrado), si el nivel de carga en la batería está por debajo de un umbral predeterminado, la apertura del registro puede dejarse como si estuviera en una iteración anterior del bucle para conservar potencia de batería que se hubiera consumido de otra manera operando el servo.

De manera similar, si el sistema de HVAC está operando en un modo de refrigeración, en 913 la comparación entre la temperatura de la habitación actual y la temperatura de la habitación deseada provoca que el registro se abra incrementalmente 930 o se cierre incrementalmente 933.

5 En otra realización, el algoritmo es más complejo, como se ilustra en el diagrama de flujo de la Figura 10. Las paletas no se mueven necesariamente de manera continua en reacción a condiciones de tiempo real. En su lugar, las paletas se mueven únicamente un paso o dos a la vez de acuerdo con un algoritmo que monitoriza el comportamiento del sistema con el tiempo y predice los ajustes necesarios mínimos, basándose en los requisitos de energía y características físicas de cada región que compone el sistema entero. En otras palabras, la red recopila  
10 datos relacionados con cuánto cambio de temperatura se provoca por un cierto cambio en la apertura de un registro. Por ejemplo, puede determinarse experimentalmente que, para un registro dado, durante una estación particular del año, un cambio del 10 % en la cantidad que el registro está abierto normalmente provoca un cambio de 0,17 °C (0,3 °F) en la temperatura de la habitación. Una vez que se han recopilado estos datos, en 1026, puede calcularse la cantidad por la que un registro debería abrirse o cerrarse incrementalmente, basándose en la diferencia entre la  
15 temperatura de la habitación actual y la temperatura de la habitación deseada. A continuación, en 1043, 1046, 1050 o 1053, el registro puede abrirse o cerrarse por la cantidad incremental calculada. Otros aspectos del diagrama de flujo de la Figura 10 son similares al diagrama de flujo de la Figura 9.

20 Cada nodo de la red, o al menos cada controlador de registro 133-140 en un registro controlado, mantiene una tabla (una tabla de información de dispositivo (DIT)) de datos para cada otro nodo en la red, o al menos cada controlador de registro 133-140. Los datos en esta tabla se usan para mantener la red de comunicaciones y para soportar el algoritmo de control. La mayoría de estos datos se actualizan periódica u ocasionalmente, tal como cada dos minutos. Se proporciona ahora una descripción de las entradas de DIT y otros datos relevantes para el cálculo de control.

25 Temperatura medida actual ( $T_{\text{present}}$ ) - Una mejor estimación de la temperatura de la región en el dispositivo. Para un registro controlado 113-126, la temperatura del suelo se mide mediante un termistor y la temperatura del techo se mide mediante un detector de IR térmico, como se ha analizado anteriormente. La temperatura informada es una media ponderada de los dos dispositivos. Las unidades de control remoto 150-153 y los termostatos de red 160-163 miden temperatura con termistores internos.

30 Temperatura objetivo ( $T_{\text{target}}$ ) - Una temperatura que el registro controlado 112-126 está intentando conseguir, si el dispositivo está en un modo de temperatura constante. Por otra parte, si una planificación está activa para el dispositivo, este valor se ignora, y se usa la temperatura objetivo establecida por la planificación.

35 Posición de respiradero (registros controlados 112-126) - Un porcentaje en el que los respiraderos están actualmente abiertos.

40 Ganancia de respiradero de calefacción ( $F_{\text{ventgainh}}$ ) - Un factor usado para determinar la efectividad de abrir un respiradero una cantidad dada. Por ejemplo, esto puede calcularse como una tasa de cambio en temperatura que puede experimentar una región para una temperatura exterior de 25 °C operando el dispositivo de calefacción 103 y todos los respiraderos en el edificio abiertos al 50 %.

45 Ganancia de respiradero de refrigeración ( $F_{\text{ventgainc}}$ ) - Un factor usado para determinar la efectividad de abrir un respiradero una cantidad dada. Por ejemplo, este puede calcularse como la tasa de cambio en temperatura que puede experimentar una región para una temperatura exterior del 25 °C operando el refrigerador 103 y todos los respiraderos en el edificio abiertos al 50 %.

50 Factor de posición de temperatura de calefacción y refrigeración ( $F_{\text{posh}}$  y  $F_{\text{posc}}$ ) - Las regiones cerca del exterior de un edificio generalmente requieren entradas de energía que son diferentes de las entradas requeridas por las regiones interiores. Estos factores tienen en cuenta esa diferencia.

55 Factor de temperatura de aire exterior/interior ( $F_{\text{outin}}$ ) - Un factor basándose en el porcentaje de tiempo que el dispositivo de calefacción/refrigeración 103 ha operado durante el último periodo de 24 horas, que es proporcional a la diferencia en temperaturas del interior y exterior. La operación y temperatura del soplador 106 ambas se monitorizan para descartar el tiempo "únicamente de soplador".

60 Patrón de temperatura diaria ( $F_{\text{pattern}}$ ) - Un perfil de temperatura a través del curso de un día normalmente sigue el patrón similar a días anteriores, y la temperatura máxima normalmente tiene lugar a aproximadamente el mismo momento de día a día. El algoritmo puede incluir un factor basándose en este patrón. Por ejemplo, el algoritmo puede anticipar una necesidad de proporcionar más o menos calefacción o refrigeración en el futuro inmediato o cercano, basándose en estos datos históricos. Por ejemplo, los datos históricos pueden mostrar que la calefacción adicional es probable que se requiera que comience a aproximadamente 5:00 PM, al menos en ciertas habitaciones, tal como debido a que el sol deja de brillar a aproximadamente ese momento en la parte del edificio donde están  
65 localizadas las habitaciones. Por lo tanto, el sistema de control de HVAC 100 puede empezar a calentar estas habitaciones, empezando un poco antes de las 5:00 PM. Tal calefacción o refrigeración anticipada puede compensar

la carga en el dispositivo de calefacción/refrigeración 103 (Figura 1), reduciendo por lo tanto la capacidad del dispositivo de calefacción-refrigeración 103 requerida para cumplir necesidades instantáneas.

5 Potencia disponible - Una variable que proporciona una indicación de la potencia disponible para un dispositivo. Esta puede ser una indicación del nivel al que se carga la batería. Puede usarse cualquier intervalo adecuado, tal como números enteros de 0 a 10. Por ejemplo, 0 y 1 pueden indicar que el dispositivo no tiene potencia adecuada disponible para ajustar sus respiraderos.

10 Tiempos de amanecer y anochecer - Cada dispositivo utiliza sus sensores para establecer una estimación de tiempos de amanecer y anochecer usando dos técnicas. La primera registra la salida de las células fotovoltaicas para determinar un patrón de salida del sol y puesta del sol, como se ha descrito anteriormente. La segunda monitoriza el patrón de flujo de aire para determinar cuándo tienen lugar los tiempos de calefacción o refrigeración pico. (Puede suponerse que la calefacción pico tiene lugar a media noche, y la refrigeración pico tiene lugar a mediodía). Puesto que cada dispositivo tiene los datos desde todos los otros dispositivos, estos números pueden combinarse para realizar la mejor estimación de amanecer y anochecer. Puesto que todos los dispositivos ejecutan el mismo algoritmo y usan los mismos datos, todos los dispositivos llegan a los mismos valores. El tiempo de amanecer y anochecer se usa para calibrar en tiempo un patrón de temperatura convencional, anteriormente descrito.

20 Como se indica, el sistema de control de HVAC 100 no incluye controlador central. Cada controlador de registro 133-146 acumula datos desde todos los otros controladores de registro 133-146 en el sistema 100, y a continuación cada controlador de registro 133-146 calcula su siguiente acción, teniendo en cuenta las acciones calculadas de todos los otros controladores de registro 133-146. Estos cálculos tienen lugar periódicamente u ocasionalmente, tal como cada dos minutos durante periodos de flujo de aire activos. El cálculo da como resultado una decisión de abrir o cerrar las paletas uno o más pasos o dejar las paletas sin cambios. El objetivo es calentar o refrigerar todas las regiones a la misma tasa de cambio de temperatura por lo que, cuando el flujo de aire cesa, cada habitación habrá conseguido su temperatura objetivo. El algoritmo continúa como sigue, como se ilustra mediante el diagrama de flujo en la Figura 10. Las versiones de calefacción o refrigeración de los factores se eligen para hacer coincidir el modo actual del sistema.

30 En 1020, para cada registro controlado 113-126, determinar que se consiga un cambio objetivo en temperatura a través del ciclo de flujo de aire actual. Si una planificación de retraso, vacaciones u otra está activa para el registro, se usa la temperatura objetivo a partir de esa fuente.

35 En 1023, para cada registro controlado 113-126, calcular un valor proporcional al flujo de energía, tal como de acuerdo con la ecuación (1).

$$\text{contribución de flujo de energía (n)} = (T_{\text{target}} - T_{\text{present}}) * F_{\text{ventgain}} * F_{\text{pos}} * F_{\text{outin}} * F_{\text{pattern}} \quad (1)$$

40 En 1026, sumar y normalizar los valores recién calculados para determinar las aperturas de respiraderos objetivo requeridas a lo largo de todo el sistema 100. Compensar cualquier registro que pueda atascarse en posición debido a reservas de potencia inadecuadas. Preferentemente, ajustar los valores de modo que al menos un registro de suministro controlado 113-120 tendrá sus respiraderos completamente abiertos. Esto maximiza el flujo de aire y minimiza las fugas de aire.

45 En 1030, a partir de estos resultados, determinar la dirección y tasas a las que deberían moverse las paletas de registro. Examinar el tiempo en el que tuvo lugar por última vez un movimiento para evaluar si un nuevo movimiento es debido. Si es así, ejecutar ese movimiento. Como se indica, si la temperatura de la habitación actual está dentro de la banda muerta, o si el nivel de carga de batería del registro es bajo, las paletas del registro pueden dejarse sin cambiar, al menos para la iteración actual a través del bucle de control.

50 Cuando el flujo de aire cesa, actualizar los valores calculados para cada uno de los factores anteriormente enumerados, basándose en datos desde el ciclo de flujo de aire.

55 Movimiento de aire

60 Mover aire de una región a otra región, sin operar el dispositivo de calefacción/refrigeración 103, puede ahorrar energía mientras aumenta la comodidad, si se cumplen varios criterios. En primer lugar, debería haber una diferencia de temperatura entre las dos regiones. En segundo lugar, debería haber al menos dos regiones que estuvieran dentro de sus "bandas muertas", es decir, temperaturas que están dentro de un intervalo predeterminado, tal como aproximadamente tres grados, de sus puntos de ajuste. Sin embargo, al menos una de las regiones debería estar por encima de su temperatura objetivo, y al menos una de las regiones debería estar por debajo de su

temperatura objetivo. Además, la región por encima de su temperatura objetivo debería estar más caliente que la región que está por debajo de su temperatura objetivo.

5 Cada controlador de registro 113-146 puede tener varios objetivos, que incluyen: mantener una temperatura deseada, minimizar consumo de energía por el sistema de HVAC y mantener un nivel de energía mínimo en su fuente de alimentación. Si se mantiene una carga mínima en su fuente de alimentación, un controlador de registro intenta mantener el intervalo de temperatura deseada, y a continuación minimizar el consumo de energía mediante el sistema de HVAC.

10 Si un controlador de registro 113-146 está bajo de potencia, reduce su consumo de potencia aumentando en primer lugar su banda muerta. Si la reserva de potencia continúa bajando, en un punto predeterminado el controlador de registro notifica a la red del problema y se desconecta a sí mismo. El controlador de registro no se conecta de nuevo hasta que se ha restaurado un nivel de potencia mínimo (superior al nivel de desconexión).

15 La manera principal en la que el propietario puede ayudar a que el sistema minimice el consumo de energía de HVAC es expandir la banda muerta. Si el sistema está calentando, y un registro controlado está en una región que está por debajo del intervalo de temperatura de banda muerta, el registro controlado normalmente abre su regulador de tiro hasta que la región alcanza la temperatura mínima deseada. Si el registro controlado recibe información a través de la red que indica que otras regiones fallaron en alcanzar sus temperaturas deseadas, el registro controlado  
20 expande temporalmente su banda muerta, permitiendo de esta manera que la temperatura sea más baja o más alta (dependiendo de si el sistema de HVAC está calentando o refrigerando) que el punto de ajuste original. El objetivo de minimizar el consumo de energía de HVAC a continuación produce que el registro controlado cierre su regulador de tiro en una cantidad que es una función de cómo de lejos está el aire de la habitación de la temperatura cómoda, y cuánta duración ha estado de esa manera.

25 La Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de un registro controlado inteligente 113-120. En 1100, se mide la temperatura del aire de una región. En 1103, opcionalmente, se recibe una señal desde una unidad de control remoto. La señal puede transportar información acerca de una temperatura de punto de ajuste deseada, tiempo de retraso, o similares. En 1106, se reciben señales desde uno o más primeros otros registros controlados  
30 inteligentes 113-120. Las señales pueden transportar información acerca de temperaturas de aire medidas, temperaturas de punto de ajuste deseadas, niveles de carga de batería, tasas de flujo de aire, estados de regulador de tiro y similares para el respectivo registro o registros controlados inteligentes. En 1110, la información recibida desde el otro registro o registros controlados inteligentes, junto con información correspondiente acerca de este registro controlado inteligente, se envía ("reenvía"), de modo que otros registros controlados inteligentes que no están en alcance de comunicación inalámbrica de los primeros otros registros controlados inteligentes puedan recibir  
35 la información. Es decir, la información se distribuye a otros nodos de la red. En 1113, se calcula una operación de regulador de tiro deseada, basándose al menos en parte en la información disponible acerca de este y los otros registros controlados inteligentes de la red. El cálculo puede implicar también información recibida desde la unidad de control remoto y/o un termostato inalámbrico. En 1116, se acciona un servo para operar un regulador de tiro, de acuerdo con la operación de regulador de tiro deseada calculada. El control a continuación vuelve a 1100.

#### Comunicación de red

45 En operación normal, los dispositivos en el sistema de control de HVAC 100 pueden entrar en reposo entre mensajes, y se minimiza la cantidad de tiempo en que los receptores están encendidos. Esto se hace para conservar la pequeña cantidad de potencia (normalmente suministrada por células solares) que está disponible para cada dispositivo. Todos los dispositivos en la red reactivan su sincronización muy brevemente, tal como a intervalos regulares, tal como cada dos segundos, para observar si un control remoto está intentando comunicar. Durante uno  
50 de estos periodos de reactivación, en otro intervalo, tal como cada dos minutos, cada uno de los dispositivos en el sistema 100 para unos mensajes de datos convencionales en serie a todos los otros dispositivos. El mensaje de datos convencional puede incluir estado actual y datos críticos para el dispositivo e información adicional que está designada para optimizar y mantener la integridad de la red. Cada mensaje contiene un ID de dispositivo embebido y una comprobación de integridad de mensaje de CRC.

55 Cada dispositivo mantiene una tabla de información de dispositivo (DIT). Esta tabla contiene información detallada acerca de todos los dispositivos en la red. La DIT puede actualizarse a través del transcurso de varias ráfagas de mensajes. Los datos incluyen información de estabilidad y disponibilidad de potencia para cada dispositivo, así como datos sobre la fiabilidad de recepción de cada dispositivo por los otros dispositivos. Esto permite que un dispositivo solicite que se establezcan canales de reenvío, de modo que pueda obtener datos desde dispositivos que no pueda  
60 recibir directamente de manera fiable.

Puesto que todos los dispositivos tienen datos disponibles desde todos los otros dispositivos, y todos los dispositivos ejecutan el mismo software, cada dispositivo individual puede calcular las decisiones de control para toda la red y a continuación aplicar localmente las decisiones que son aplicables a sí mismos. Este es el elemento de diseño clave  
65 que permite que el sistema 100 opere sin un controlador central.

Se proporcionan números ilustrativos para las diversas temporizaciones del sistema. Muchos de estos valores se definen por ajustes de sistema en el software y se someten a cambio. Los valores proporcionados en el presente documento son únicamente a modo de ejemplo; pueden usarse otros valores, basándose en las necesidades del sistema, preferencias de usuario y otras consideraciones de diseño.

5 Normalmente, después de que el sistema 100 ha formado una red de trabajo, se usan ráfagas de comunicaciones periódicas u ocasionales. En una realización, cada dos minutos, todos los dispositivos en el sistema 100 pasan datos entre sí mismos en una ráfaga de mensajes sucesivos, como se ilustra en la Figura 12. Se describirán ahora porciones de la ráfaga de mensajes de la Figura 12.

10 IDQ - durante este intervalo de tiempo de 10 ms, cada dispositivo calibra un sintetizador interno, activa su receptor y escucha un comando de consulta de ID desde el control remoto. La búsqueda de IDQ tiene lugar cada 2 segundos. El resto de la ráfaga tiene lugar únicamente en el intervalo de dos minutos.

15 Dev 0-Dev n - Esta es la sucesión normal de transmisiones por cada miembro de la red. Empiezan a tiempos predeterminados en incrementos de 2 ms. Si un dispositivo falla al transmitir, el siguiente dispositivo transmitirá aún en su tiempo permitido. El primer dispositivo transmite sus datos dos veces como parte del sistema de evitación de colisiones, que se describe a continuación.

20 FWD - uno o más paquetes pueden aparecer en esta posición para datos reenviados. Un paquete de datos reenviado es idéntico al enviado originalmente por el dispositivo que está reenviando. El reenvío se explica más adelante en este documento.

25 JOIN - nuevos dispositivos que solicitan ser miembros en la red transmiten un paquete durante este tiempo. Unirse a la red sigue un protocolo descrito más adelante en este documento.

UPDT - Un bloque largo con datos de actualización de software puede anexarse al flujo de mensaje en esta posición. Los dispositivos únicamente buscarán este bloque si se establece previamente el bit de actualización de software en el byte de estado del paquete recibido.

30 IRID - si el control remoto se consulta para identificar un dispositivo durante el periodo de IDQ, todos los dispositivos responderán con un mensaje de ID usando el enlace de infrarrojos (IR). Si la consulta remota tiene lugar en el tiempo en el que se planifica una ráfaga de mensaje, la respuesta de IR tiene lugar al final de la ráfaga de mensaje como se muestra. De otra manera, la respuesta de IR tiene lugar inmediatamente después de la consulta.

35 Los dispositivos en el sistema tienen potencia muy limitada disponible para ellos. Cuando se instala un nuevo dispositivo, puede tener algo de potencia almacenada en la batería recargable, o la batería puede necesitar cargarse antes de que el dispositivo recién instalado pueda ser un miembro fiable del sistema 100. Cuando un dispositivo se "reactiva" la primera vez, evalúa las reservas de potencia disponibles para él. No intentará unirse o iniciar una red de comunicaciones hasta que determine que tiene reservas de potencia adecuadas para soportar comunicación fiable durante veinticuatro horas. Las operaciones realizadas mediante un dispositivo tras la reactivación, tales como buscar una red para unirse, se ilustran en un diagrama de flujo en la Figura 13.

45 Un dispositivo puede detener el funcionamiento si sufre una pérdida de potencia durante un largo periodo extendido. Como resultado, tendría que detener la comunicación en una red de la que era previamente parte. Aunque el dispositivo estaba sin ponerse en marcha, puede haber tenido lugar un número de eventos. En la mayoría de los casos, la red tendría que haber reanudado la operación normal sin el miembro descartado. La interferencia de RF puede haber causado que la red se desplace a una frecuencia alternativa. El descubrimiento de otra red que opere a la misma frecuencia puede haber provocado que la red cambie a otra frecuencia. El dispositivo puede haberse sacado de la red y puesto en otra. Todos los dispositivos en la red pueden haberse descartado. El dispositivo puede ser nuevo y nunca haber sido parte de una red antes.

50 Una vez que se ha establecido potencia fiable, el dispositivo comprueba la memoria no volátil para ver si era previamente parte de una red. Si era parte de una red, buscará en memoria no volátil la posición que mantuvo en la secuencia de ráfaga de mensaje y la frecuencia e ID de red de comunicación seleccionados.

55 En todos los casos, el dispositivo a continuación esperará hasta que su sensor de flujo de aire interno indique que el ventilador de HVAC se ha activado. Una vez que observa el flujo de aire, registra el tiempo en el que el flujo de aire se inició y activa su receptor. Si era previamente parte de una red, escuchará en primer lugar la frecuencia memorizada. De otra manera, escuchará la frecuencia por defecto. Escuchará la frecuencia de inicio durante 2,5 minutos. Si no se encuentra una red, se desplazará a la siguiente frecuencia alternativa y realizará la misma búsqueda. Pasará a través de todas las frecuencias dos veces de esta manera. A medida que pasa a través de las frecuencias, el dispositivo realizará un registro de estas frecuencias que estaban libres de interferencia o de otras redes.

65 El receptor consume potencia significativa y, en la mayoría de los casos, no puede ejecutarse continuamente. Si la

búsqueda para una red es insatisfactoria, el receptor se apagará y la búsqueda se intentará de nuevo en un tiempo más tarde determinado por la potencia disponible.

5 Si se encuentra una red con el mismo tiempo de flujo de aire, la búsqueda finaliza. Un ex miembro que no perdió su intervalo de tiempo simplemente reanuda la transmisión. Un nuevo dispositivo o un ex miembro de red que haya perdido su intervalo de tiempo entrará en el proceso de unión de red descrito a continuación. Un dispositivo que era parte de una red previamente pero encuentra un ID de red diferente puede haberse eliminado de una red y colocado en otra, pero hay una pequeña posibilidad de que haya descubierto otra red y que las calderas se hayan encendido al mismo tiempo. Este caso se maneja mediante acciones del proceso de auto-reparación descrito más adelante en este documento.

Si se encuentra una red con un tiempo de inicio de flujo de aire diferente, esa red se ignorará y la búsqueda se reanudará cuando el canal esté de nuevo libre.

15 Si no se encuentra red, un nuevo dispositivo intentará establecer una. Para hacer esto, reiniciará su receptor en la frecuencia más baja que se haya encontrado para que esté libre de interferencia u otro tráfico de red. Buscará a continuación en esta frecuencia una cantidad de tiempo pseudo-aleatoria que varía de cero a 2,5 minutos. Si no se encuentra otro dispositivo en ese momento, intentará formar una nueva red, como se describe en la siguiente sección.

20 El análisis anterior supone que el dispositivo tiene acceso a un sensor de flujo de aire, como lo tienen los registros, termostatos principales y controles remotos acoplados en una parte trasera del termostato. Los termostatos de habitación y controles remotos independientes no tienen acceso directo a los sensores de flujo de aire. Estos dispositivos monitorizan temperaturas a través de una duración de tiempo para correlacionar con cambios en la temperatura de la habitación y por lo tanto calculan un tiempo de inicio de flujo de aire equivalente. Si se usa un control remoto para acceder a un dispositivo que está conectado a una red, obtendrá la información de red desde el dispositivo y se unirá en ese momento.

25 El proceso de formación de red se ilustra mediante un diagrama de flujo en la Figura 14. El proceso se inicia normalmente mediante un registro. Todos los sistemas prácticos contienen al menos un registro, y los registros tendrán también el acceso necesario a sensores de flujo de aire.

30 Para formar la red, el dispositivo transmite la secuencia MSG0a, MSG0b anteriormente descrita, buscando la presencia de una portadora después de cada mensaje. Si no se encuentra portadora, supone que es el primer mensajero en la red, y continúa transmitiendo en consecuencia. Otros dispositivos formarán alrededor de él de acuerdo con el proceso de unión de red anteriormente descrito. Si se encuentra una portadora inmediatamente después de cualquiera de MSG0a o MSG0b, se supone que otro dispositivo está intentando enviar en la posición de MSG0, y el dispositivo reinicia el proceso de buscar una red establecida. Las posibilidades de una colisión de este tipo son extremadamente pequeñas. El transmisor únicamente iniciará si observa un canal libre. La posibilidad de que dos transmisores inicien al mismo tiempo es aproximadamente de  $5 \mu\text{s}/2 \text{ minutos}$  o una de  $4,17\text{E}-8$ . El dispositivo establecido como el primer mensajero descarta la red y reinicia el proceso si ningún otro dispositivo intenta unirse en 24 horas.

35 Un dispositivo que desea unirse a la red normalmente encuentra en primer lugar una red existente usando el procedimiento anteriormente detallado e ilustrado por un diagrama de flujo en la Figura 15.

40 A continuación envía un mensaje de datos convencional dos veces. El primero es durante el intervalo de tiempo "unir" anteriormente descrito. El segundo es en el momento dentro del transcurso de tiempo que se requeriría para una ráfaga de mensaje para un sistema de tamaño máximo. El intervalo de tiempo en el que el dispositivo envía su mensaje se determina por un número pseudo-aleatorio.

45 Cuando el dispositivo que es el primer mensajero observa un mensaje en el intervalo de tiempo "unir", mantiene su escucha abierta para el resto de la ráfaga de mensaje de tamaño máximo. Si observa uno o más mensajes válidos durante ese tiempo, enviará, en la siguiente ráfaga, los Id para los nuevos dispositivos observados en las áreas de datos cíclicas de MSG0a y MSG0b. Indicará también a estos dispositivos su posición en la ráfaga de mensaje. Después de ese punto los nuevos dispositivos empezarán a transmitir en sus intervalos de tiempo permitidos. Este proceso continúa hasta que todos los dispositivos solicitantes se hayan unido a la red. Pueden tener lugar algunas colisiones durante este tiempo, pero todos los dispositivos se unirán durante unos pocos ciclos.

50 Cada miembro de red recopila datos desde todos los otros miembros. Puede haber problemas físicos, tales como distancia excesiva u obstrucciones de ruta, que evitan la recepción directa de un mensaje de un miembro a otro. Para superar esta dificultad, se implementa un sistema de reenvío de mensaje que opera como sigue:

55 1 - El paquete de datos transmitido mediante cada miembro contiene tres valores que ayudan en el establecimiento de un enlace de reenvío. Estos son el ID del miembro anterior y una tripleta rotatoria que consiste en el ID, intensidad de señal de recepción e índice de fiabilidad de potencia de cada uno de los otros

miembros en la red.

2 - Cada miembro crea una tabla de información de dispositivo (DIT) que contiene un bloque de datos para cada otro miembro de la red que consiste en ID, índice de fiabilidad de potencia e intensidades de señal de recepción para todos los otros miembros en la red.

5 3 - El miembro que tiene ausencia de datos de otro miembro analiza la tabla para determinar el mejor miembro para seleccionar como un reenviador para los datos faltantes. La selección es basándose en la fiabilidad de potencia y calidad de señal recibida desde tanto el miembro faltante como el miembro solicitante. El dispositivo solicitante a continuación envía una solicitud para el reenviador seleccionado para reenviar de manera regular los datos faltantes. Esta solicitud está contenida en la sección de datos cíclicos del mensaje de datos convencional del miembro solicitante.

15 El control remoto 150-153 puede usarse en diversos modos. En la mayoría de los sistemas, se usa para introducir preferencias de usuario, tal como objetivos y planificaciones de temperatura, en el sistema. Para hacer esto, el control remoto puede apuntarse a un dispositivo para enviar un mensaje de consulta de RF hasta él y recibir una respuesta de IR desde él. Esto se denomina modo de apuntar para conectar. El control remoto puede interactuar también con dispositivo de manera remota mediante RF, que sirven como una "consola de salón" para el sistema. También se acopla con un termostato para actuar como el termostato de control de caldera central para el sistema.

20 Cuando se acopla con un termostato, el control remoto normalmente puede recibir potencia desde el circuito de termostato. En este caso, conecta al sistema como otros dispositivos y comunica al intervalo regular de dos minutos.

Si no se acopla, el control remoto puede operar en el mismo modo de comunicación regular o, para conservar potencia y extender la vida de la batería, puede comunicar a intervalos mucho más largos, descartando la red y reuniéndose según sea necesario.

25 Cuando se opera en modo de apuntar para conectar, el remoto puede acceder al dispositivo rápidamente de la siguiente manera:

30 Adquisición de dispositivo de apuntar para conectar - Cuando el control remoto se ordena que se conecte a un dispositivo usando el enlace de infrarrojos (IR), el proceso es como sigue:

1 - Si el control remoto ha estado comunicando de manera activa con la red, temporizará el envío del mensaje de consulta para no interferir. Si no, comprueba para observar si el tráfico de RF está presente. Si es así, el control remoto esperará hasta que el tráfico se detenga, monitorizando la ráfaga de mensaje de modo que se sincronizará a tráfico adicional. A continuación enviará un mensaje de consulta de ID de RF.

35 2 - El control remoto espera una respuesta de IR inmediata si no estaba presente tráfico de RF, o para una respuesta al final del tráfico. Si se recibe una respuesta, el control remoto continúa con el procesamiento. Si no, el control remoto repite la consulta hasta que se reciba una respuesta, o hayan transcurrido 2,5 segundos. Después de cada consulta, el control remoto comprueba tráfico de RF. Si se encuentra tráfico, el control remoto registra el tiempo del tráfico y predice el tiempo del siguiente bucle de modo que pueda evitar interferencia futura con la red. El mensaje de IR devuelto también incluye el tiempo del siguiente bucle de RF para el mismo fin. El mensaje también incluye el ID de dispositivo y, si se establece, el ID de red.

40 3 - El dispositivo que responde ahora estará "reactivado" de modo que busca continuamente consultas de RF direccionadas adicionales desde el control remoto. Estas incluyen solicitudes para enviar datos o información de ajustes y descargas desde el control remoto de información actualizada.

45 4 - Una vez que el control remoto ha recibido la información de ajustes desde el dispositivo, usará la tabla de variables y la pantalla de visualización principal que corresponde a ese dispositivo.

5 - Si tiene lugar un periodo de límite de tiempo sin actividad, el dispositivo volverá a la operación normal.

50 Cada vez que el control remoto está encendido, monitoriza la red, actualizando información desde todos los otros dispositivos. Una pantalla de control remoto futura permitirá el examen de la salud general de la red.

La red está diseñada para ser auto-regenerativa. Los cambios a la estructura de la red siguen el mismo modelo general que el método de establecimiento de rutas de reenvío. Cada dispositivo en la red se espera que actúe como un miembro riguroso. Es responsable de su propia previsión, estando seguro de que tiene potencia adecuada antes de intentar transmisiones u otras acciones. Si no puede escuchar uno de los otros miembros, pedirá a otro miembro que reenvíe mensajes, pero únicamente después de estar seguro que el otro miembro tiene reservas de potencia adecuadas para manejar tales solicitudes, y que el otro miembro puede también escuchar claramente al dispositivo distante. Si un dispositivo determina que pronto descartará la red debido a una pérdida de potencia u otro problema, informará a los otros miembros del tiempo cuando tendrá lugar el descarte.

65 Interferencia y frecuencia de cambio - Es posible que dos redes puedan operarse a la misma frecuencia pero no verse entre sí puesto que tienen diferentes tiempos de inicio. Eventualmente, a medida que se desvían debido a ligeras diferencias en sus frecuencias de cristal, colisionarán. Cuando esto tiene lugar, una o ambas redes desplazarán la frecuencia.

Descartar un dispositivo - Un dispositivo se descartará si los tiempos de flujo de aire no coinciden (comprobados en

el tiempo de la segunda ráfaga después de que se inicie el flujo de aire). La pérdida de potencia puede provocar que un dispositivo se descarte. Si es así, notificará a la red con antelación de que está punto de abandonar.

5 Reasignación de posición de ráfaga - Las transmisiones en la red están sincronizadas al primer dispositivo para enviar un mensaje durante cada ráfaga. El dispositivo que realiza la tarea es eficazmente el primer dispositivo a solicitar cuando se forma la red. Ese dispositivo continuará realizando la tarea a menos que desarrolle un problema de fiabilidad que provoque que se descarte desde la red. En ese caso, informará a la red de que se está descartando. Otro dispositivo asumirá el papel del "primer mensajero" automáticamente basándose en los datos en la DIT.

10 Cuando los dispositivos reciben un mensaje de actualización de información, si los dispositivos en el sistema que están descubiertos no contienen la revisión de código más actual, el dispositivo con número de ID más bajo o con la revisión de código más actual difundirá una copia del código. Estos dispositivos que no son actuales se actualizarán así mismos.

15 Normalmente, las ráfagas de mensajes tendrán lugar cada dos minutos, como se ha descrito anteriormente. Puede introducirse un modo de demostración mediante el control remoto. En este modo, tiene lugar la ráfaga de mensaje cada dos segundos. El modo de demostración puede provocar otros cambios de operación en los dispositivos que varían de acuerdo con el tipo de dispositivo.

20 El paquete de datos del dispositivo convencional es de 48 bytes de longitud, y toma 1536  $\mu$ s para transmitir a 250 Kbps. El resto del intervalo de tiempo de 2 ms permite el cambio de RX / TX. Un paquete de datos a modo de ejemplo se ilustra en la Figura 21.

25 Datos cíclicos - Algunos elementos de datos únicamente necesitan actualización infrecuente. No transmitiendo estos cada ciclo, la longitud de paquete promedio puede reducirse, reduciendo el tiempo de recepción, y por lo tanto, requisitos de potencia. El más mayor de estos es una actualización de firmware, que se envía y acumula en pequeñas parcelas que se almacenan en la EEPROM en serie mediante el dispositivo de recepción para actualización de programa cuando todo el fichero está completo. Incluye lo siguiente:

30 ID de red  
 Calidad de recepción desde todos los otros dispositivos  
 Indicador de estabilidad de potencia  
 Tiempo de último flujo de aire  
 35 Rev de software  
 Relojes de tiempo - UT,  
 ID de dispositivo - Cada producto contiene un ID de dispositivo de 32 bits o número de serie que está programado en una fabricación.  
 Los tres MSB del ID también indican el tipo de dispositivo - 0 = registro, 1 = termostato, 7 = remoto.

40 Comprobación de error - Se anexa una CRC de 16 bits a todos los paquetes. La recepción de un mensaje que falla su comprobación de CRC provoca que el mensaje se descarte. La frecuencia de actualización de datos es suficientemente grande que un paquete descartado ocasional no provoca problemas.

45 En la consulta desde el control remoto, el dispositivo envía información de ajustes mediante un paquete de datos de ajustes de dispositivo, un ejemplo del cual se muestra esquemáticamente en la Figura 22.

50 Se envían paquetes cortos mediante el control remoto para provocar que todos los dispositivos envíen sus ID mediante IR u otra información mediante RF. Estos paquetes son en total 26 bytes de longitud, que requieren 704  $\mu$ s para transmitir. Un ejemplo de un paquete de comando remoto de este tipo se muestra esquemáticamente en la Figura 23.

55 El paquete de actualización convencional remoto es de 48 bytes de longitud y se usa para actualizar información convencional en un dispositivo después de que se ha editado por el control remoto. Un ejemplo de un paquete de actualización convencional remoto de este tipo se muestra esquemáticamente en la Figura 24.

60 Los paquetes de actualización de ajustes remotos son de 48 bytes de longitud y se usan para actualizar información de ajustes en un dispositivo después de que se ha editado por el control remoto. Un ejemplo de un paquete de actualización de ajustes remotos de este tipo se muestra esquemáticamente en la Figura 25.

Cada dispositivo mantiene una tabla que registra los datos transmitidos más recientes por todos los dispositivos en el sistema así como algún dato histórico. Un ejemplo de una tabla de información de dispositivo de este tipo se muestra esquemáticamente en la Figura 26.

65 Control remoto - El control remoto busca el bucle como cualquier otro dispositivo. Un mensaje de RF de consulta de ID se pone en cola para transmisión. Si se encuentra un espacio no de portadora, el control remoto enviará

consultas repetidas, esperando cada tiempo para una respuesta de IR. Si se encuentra una portadora de RF, se buscará una respuesta después del final del bucle.

5 Dispositivo - Si se recibe una solicitud de mensaje de ID de IR durante el primer intervalo, la respuesta se demorará hasta el final de la cadena. Si se recibe una respuesta cuando no hay cadena siguiente, la respuesta se enviará inmediatamente.

10 Control remoto - el control remoto busca el bucle como cualquier otro dispositivo. Una vez que encuentra el bucle, evita comunicaciones directas durante tiempos de bucles planificados. De otra manera, enviará mensajes en cualquier momento que no haya portadora. Si el control remoto transmite al mismo tiempo que el comienzo del bucle, provocará interferencia para esa vez, aunque el sistema esté diseñado para recuperar. Los bucles sucesivos no se interferirán.

15 Los procesadores de MSP usados en el sistema pueden contener dos veces la memoria necesaria para soportar sus programas. Las actualizaciones de código se escriben en mitades alternas de la memoria de modo que, si una actualización fallara, el dispositivo puede continuar operando con la versión anterior del código.

20 Un motor único puede implementarse como parte del diseño de un registro de HVAC, de acuerdo con una realización de la presente invención. La construcción de una realización de un motor de este tipo se ilustra en las Figuras 16 y 17. Este motor cumple los siguientes objetivos:

25     Bajo coste - en ambos componentes y trabajo  
       Retención integrada - para mantener la posición cuando se elimina la potencia  
       Eficacia de alta potencia - para permitir que se accione desde una fuente de mínima potencia, tal como un conjunto de células solares de bajo coste.

30 De acuerdo con una realización, el motor es un motor a pasos de 4 fases. En esta implementación, se forman dos pilas de estatores como se ilustra en la Figura 17, donde los componentes de la mitad izquierda del motor se han mostrado en una vista en despiece. El primer componente a la derecha de la placa de circuito impreso (PCB) 1700 es el anillo de polo inferior 1703. Este es seguido por una bobina de cable 1706 enrollada en un carrete aislante y a continuación al anillo de polo superior 1710. Estos componentes forman uno de los estatores. El siguiente componente a la derecha es un imán de anillo de rotor 1713, que ha sido magnetizado con polos alternos alrededor de su circunferencia al mismo campo que los dos anillos de polo 1703 y 1710. El componente final es el alojamiento del rotor 1716, al que está montado permanentemente el imán del rotor. Un segundo conjunto similar 1720 se monta a la derecha para formar un segundo estator y rotor. Los dos alojamientos de rotor incluyen características de engranaje integradas 1723 y 1726 que provocan la contra-rotación simétrica de los dos rotores con un desplazamiento de una posición de polo entre los rotores. Esto provoca que el motor actúe como a pasos de 4 fases a medida que se proporciona energía a las bobinas de la manera convencional.

40 Los ahorros en coste de este motor sobre otras formas que pueden utilizarse son basándose en lo siguiente:

      Construcción de polo estampada - los anillos de polo 1703 y 1710 se estampan formando material metálico laminado. Esto es un proceso de fabricación eficaz y económico.

45 Bobina sencilla - El diseño de la bobina 1706 es el más sencillo de las formas, reduciendo costes de construcción. Debido a que la bobina 1706 está montada directamente a la PCB 1700, no se produce coste en la sujeción de los cables de alambre necesarios con motores convencionales.

50 Integración con PCB - La PCB 1700 es el montaje para el motor. La parte trasera del carrete tiene clips integrados que eliminan tornillos de montaje, y orificios chapados en la PCB forman la mitad exterior de los rodamientos para los rotores.

55 Múltiple uso de alojamientos de rotor - los alojamientos de rotor no son únicamente parte del motor, sino que forman parte del sensor de posición descrito a continuación, incluyen el brazo para el ajuste manual del registro, y se montan directamente a las paletas del registro.

60 Los segmentos de polo del motor están diseñados para provocar retenciones deliberadas. Estas están diseñadas para mantener la posición de las paletas bajo condiciones de flujo de aire incluso cuando se elimina la potencia del motor.

65 La alta eficacia de la potencia se consigue parcialmente a través de la ausencia de componentes de pérdida mecánica tal como engranajes y acopladores. El motor está diseñado para tener un gran diámetro para conseguir alto par de torsión sin el requisito de engranaje de reducción. El diámetro de motor de alta relación al hueco entre el rotor y estator contribuye a alta eficacia. El diseño de rotor externo permite un tamaño de bobina relativamente grande, reduciendo pérdidas de resistencia eléctrica.

Un sensor, ilustrado en las Figuras 18 y 19, de acuerdo con una realización de la presente invención, se emplea que

es basándose en cambios en capacidad eléctrica. El diseño es muy bajo en coste, haciendo uso de la PCB 1700 y el alojamiento del rotor 1716 de una de las secciones del motor anteriormente descritas. El sensor opera de la siguiente manera. Los cojinetes eléctricamente conductores radiales 1800 están dispuestos en la PCB 1700 alrededor del centro de un orificio de rotor 1803. Cada uno de los cojinetes radiales 1800 alrededor de la

5 circunferencia del centro del orificio del rotor 1803 está conectado electrónicamente de manera secuencial a un circuito que mide la capacidad a tierra o algún otro nodo de referencia. Esta capacidad se ve afectada por la posición del rotor 1716, que está fabricado de un material metálicamente revestido. El cuerpo del rotor está puesto a tierra a través de los componentes de motor. A medida que el motor rota, uno o más de los cojinetes radiales se vuelve

10 parcial o completamente descubierto, cambiando la capacidad a tierra. La posición del rotor puede por lo tanto calcularse a partir de los valores de capacidad de las medidas.

#### Aplicación a sistemas de calefacción eléctricos

El sistema de control de HVAC 100 puede aplicarse a sistemas de calefacción que incorporan una caldera eléctrica o calentadores de placa base de resistencia eléctrica. Un sistema que use una caldera eléctrica es realmente un sistema hidrónico, como se ha descrito anteriormente.

15

La Figura 20 muestra un sistema de calefacción doméstico típico usando calentadores de resistencia eléctrica de placa base. Múltiples circuitos de calefacción se encaminan desde un disyuntor central a través de un controlador de carga. Cada circuito a continuación se encamina mediante uno o más termostatos de alta tensión eléctricos a uno o más calentadores de placa base. Transformadores de corriente toroidales rodean cada uno de los cables de potencia de la red que entran en el disyuntor, y detectan cables desde estos transformadores que entran en la caja controladora de carga. Un conjunto electrónico en el controlador de carga conecta o desconecta los circuitos de calefacción para limitar la corriente de carga instantánea máxima extraída. Esto se hace para minimizar el gasto de

20 energía.

25

Un sistema de control de HVAC para un sistema de calefacción eléctrico tiene las mismas características y ventajas que un sistema de control de HVAC para un sistema de aire forzado, excepto para la redistribución de aire. Pueden implementarse sistemas combinados que utilizan aire forzado, elementos hidrónicos y/o eléctricos según sea necesario.

30

Un sistema de calefacción de placa base eléctrico que usa un sistema de control de HVAC como se describe en el presente documento puede sustituir los termostatos eléctricos convencionales con un termostato eléctrico. Este dispositivo puede utilizar las capacidades de control de un registro controlable (como se ha descrito anteriormente), sin embargo puede controlar un relé o relés o tiristor o tiristores bidireccionales para controlar la corriente eléctrica al elemento de calefacción. Puesto que el termostato eléctrico puede estar montado en pared, puede contener la pantalla y botones del termostato inalámbrico convencional 160, anteriormente descrito con respecto a la Figura 1. Todos los elementos de este sistema pueden comunicar inalámbricamente (u opcionalmente a través de conexiones alámbricas) con otros componentes, tales como termostatos de pared y controles remotos de la misma manera que

35 en un sistema de aire forzado. Otro componente, un transceptor de sensor de corriente de toda la casa, puede añadirse en un sistema de control de calefacción eléctrica. Este dispositivo utiliza los sensores de corriente ya conectados al controlador de carga y las derivaciones en las señales en el interior de la caja controladora de carga. La instalación de este sistema no es una "disminución", como se ha descrito anteriormente para un sistema de aire forzado. Requiere el trabajo eléctrico de bajo nivel de sustituir los termostatos eléctricos y añadir el transceptor de sensor de corriente de toda la casa.

40

45

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, se proporcionan sistemas y métodos para controlar sistemas de HVAC. Aunque se indican valores específicos elegidos para estas realizaciones, se ha de entender que, dentro del alcance de la invención, los valores de todos los parámetros pueden variar a través de rangos amplios para adecuarse a diferentes aplicaciones.

50

Un controlador de registro inteligente se ha descrito como que incluye un procesador controlado por instrucciones almacenadas en una memoria. La memoria puede ser memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria flash o cualquier otra memoria, o combinación de las mismas, adecuada para almacenar software de control u otras instrucciones y datos. Algunas de las funciones realizadas mediante el controlador de registro inteligente se han descrito con referencia unos diagramas de flujo y/o diagramas de bloque. Los expertos en la materia deberían apreciar fácilmente que las funciones, operaciones, decisiones, etc., de toda o una porción de cada bloque, o una combinación de bloques, de los diagramas de flujo o diagramas de bloque pueden implementarse como instrucciones de programa informático, software, hardware, firmware o combinaciones de los mismos. Los expertos en la materia deberían apreciar también fácilmente que las instrucciones o programas que definen las funciones de la presente invención pueden entregarse a un procesador en muchas formas, incluyendo, pero sin limitación, información permanentemente almacenada en un medio de almacenamiento no escribible (por ejemplo dispositivos de memoria de solo lectura en un ordenador, tal como ROM, o dispositivos legibles por una conexión de E/S informática, tal como discos CD-ROM o DVD), información almacenada de manera modificable en medio de almacenamiento escribible (por ejemplo disco flexibles, memoria flash extraíble y discos duros) o información transportada a un ordenador a través de medios de comunicación, incluyendo redes informáticas alámbricas o

55

60

65

5 inalámbricas. Además, aunque la invención puede realizarse en software, las funciones necesarias para implementar la invención pueden realizarse, opcionalmente o como alternativa, en parte o en su totalidad usando componentes de firmware y/o hardware, tal como lógica combinatoria, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), campos de matrices de puertas programables (FPGA) u otro hardware o alguna combinación de componentes de hardware, software y/o firmware.

10 Aunque la invención se describe a través de las realizaciones a modo de ejemplo anteriormente descritas, se entenderá por los expertos en la materia que pueden realizarse modificaciones a, y variaciones de, las realizaciones ilustradas sin alejarse de los conceptos inventivos desvelados en el presente documento. Por ejemplo, aunque se han descrito algunos aspectos de un sistema para controlar un sistema de HVAC con referencia a un diagrama de flujo, los expertos en la materia deberían apreciar fácilmente que las funciones, operaciones, decisiones, etc., de toda o una porción de cada bloque, o una combinación de bloques, del diagrama de flujo pueden combinarse, separarse en operaciones separadas o realizadas en otros órdenes. Además, aunque se describen las realizaciones en relación con diversas estructuras de datos ilustrativas, un experto en la materia reconocerá que el sistema puede realizarse usando diversas estructuras de datos. Adicionalmente, los aspectos desvelados, o porciones de estos aspectos, pueden combinarse en maneras no enumeradas anteriormente. Por consiguiente, la invención no debería verse como que está limitada a la realización o realizaciones desveladas.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) para controlar un sistema de HVAC de un tipo que tiene una pluralidad de respiraderos de HVAC, cada respiradero de HVAC dispuesto en una localización correspondiente en un edificio, comprendiendo el sistema una pluralidad correspondiente de registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200), cada registro controlado inteligente (113, 116, 120, 123, 126, 200) asociado a uno distinto de los respiraderos de HVAC, estando cada uno de los registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200) en comunicación con al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200) y ejecutando un programa de control local autónomo, tales datos de procesamiento de programa proporcionados mediante cada uno de los otros registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200) para controlar de manera colectiva la pluralidad de respiraderos de HVAC en una base entre iguales, en donde cada registro controlado inteligente (113, 116, 120, 123, 126, 200) comprende:
- un motor (506) acoplado a un regulador de tiro controlable (300, 303);
  - un sensor de temperatura (610);
  - un transceptor inalámbrico (603) para comunicar con al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200);
  - un controlador (613) acoplado al motor (506), al sensor de temperatura (610) y al transceptor (603);
  - una fuente de alimentación (206) acoplada al motor (506), al transceptor (603) y al controlador (613);
- caracterizado por que** el controlador (613) está configurado para llevar a cabo procesos que incluyen:
- obtener datos desde el sensor de temperatura (610) y, mediante el transceptor inalámbrico (603), datos desde al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200);
  - usar los datos obtenidos para determinar automáticamente una operación deseada del regulador de tiro (300, 303); y
  - accionar el motor (506) para provocar la operación deseada del regulador de tiro (300, 303).
2. El sistema (100) para controlar un sistema de HVAC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fuente de alimentación (206) comprende un conjunto de células fotovoltaicas (206) o en el que la fuente de alimentación comprende un generador alimentado por ventilador.
3. El sistema (100) para controlar un sistema de HVAC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el regulador de tiro controlable (300, 301) de al menos uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200) comprende una válvula y/o en el que cada uno de al menos uno de la pluralidad de registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200) está montado en un registro de aire.
4. El sistema (100) para controlar un sistema de HVAC de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el motor (506) comprende una bobina (1706) y cada registro controlado inteligente (113, 116, 120, 123, 126, 200) comprende adicionalmente una placa de circuito (213, 1700) que comprende circuitos electrónicos que implementan al menos una porción del controlador (613) y en donde la bobina (1706) del motor (506) está montada directamente en la placa de circuito impreso (1700).
5. El sistema (100) para controlar un sistema de HVAC de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la placa de circuito (213, 1700) comprende adicionalmente una pluralidad de elementos eléctricamente conductores y el motor (506) comprende adicionalmente un elemento conductor separado de la pluralidad de elementos eléctricamente conductores para formar un condensador entre ellos, de manera que la capacidad del condensador depende de una posición rotacional del motor (506), en donde el controlador (613) está configurado para determinar la posición rotacional del motor (506) basándose en la capacidad del condensador.
6. El sistema (100) para controlar un sistema de HVAC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el motor (506) comprende dos conjuntos de rotores y dos conjuntos de estatores, formando uno de los rotores y uno de los estatores un primer submotor y formando el otro de los rotores y el otro de los estatores un segundo submotor, estando dispuestos los dos submotores uno junto al otro y engranados juntos.
7. El sistema (100) para controlar un sistema de HVAC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el controlador (613) está configurado adicionalmente de manera que cuando el aire fluye a través del regulador de tiro controlable (300, 3003), al menos uno de los reguladores de tiro (300, 303) de la pluralidad de registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200) está completamente abierto.
8. El sistema (100) para controlar un sistema de HVAC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el controlador (613) está configurado adicionalmente de manera que si otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200) no consigue alcanzar una temperatura deseada a pesar del regulador de tiro (300, 303) del otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200) que está completamente abierto, el controlador (613) cierra al menos parcialmente su regulador de tiro (300, 303).

9. El sistema (100) para controlar un sistema de HVAC de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el controlador (613) cierra completamente su regulador de tiro (300, 303).

5 10. El sistema para controlar un sistema de HVAC de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el controlador (613) cierra su regulador de tiro (300, 303) en una cantidad que es una función de en qué medida el aire de la habitación está lejos de la temperatura confortable y cuánto tiempo ha estado de esa manera.

10 11. Un método para controlar un sistema de HVAC de acuerdo con la reivindicación 1, cada respiradero de HVAC dispuesto en una localización correspondiente en un edificio, comprendiendo el sistema una pluralidad correspondiente de registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200), cada registro controlado inteligente (113, 116, 120, 123, 126, 200) asociado a uno distinto de los respiraderos de HVAC, comprendiendo el método:

15 obtener datos desde un sensor de temperatura y obtener inalámbricamente datos desde al menos otro de la pluralidad de registros controlados inteligentes (113, 116, 120, 123, 126, 200);

usar los datos obtenidos para determinar automáticamente una operación deseada de un regulador de tiro (300, 303); y

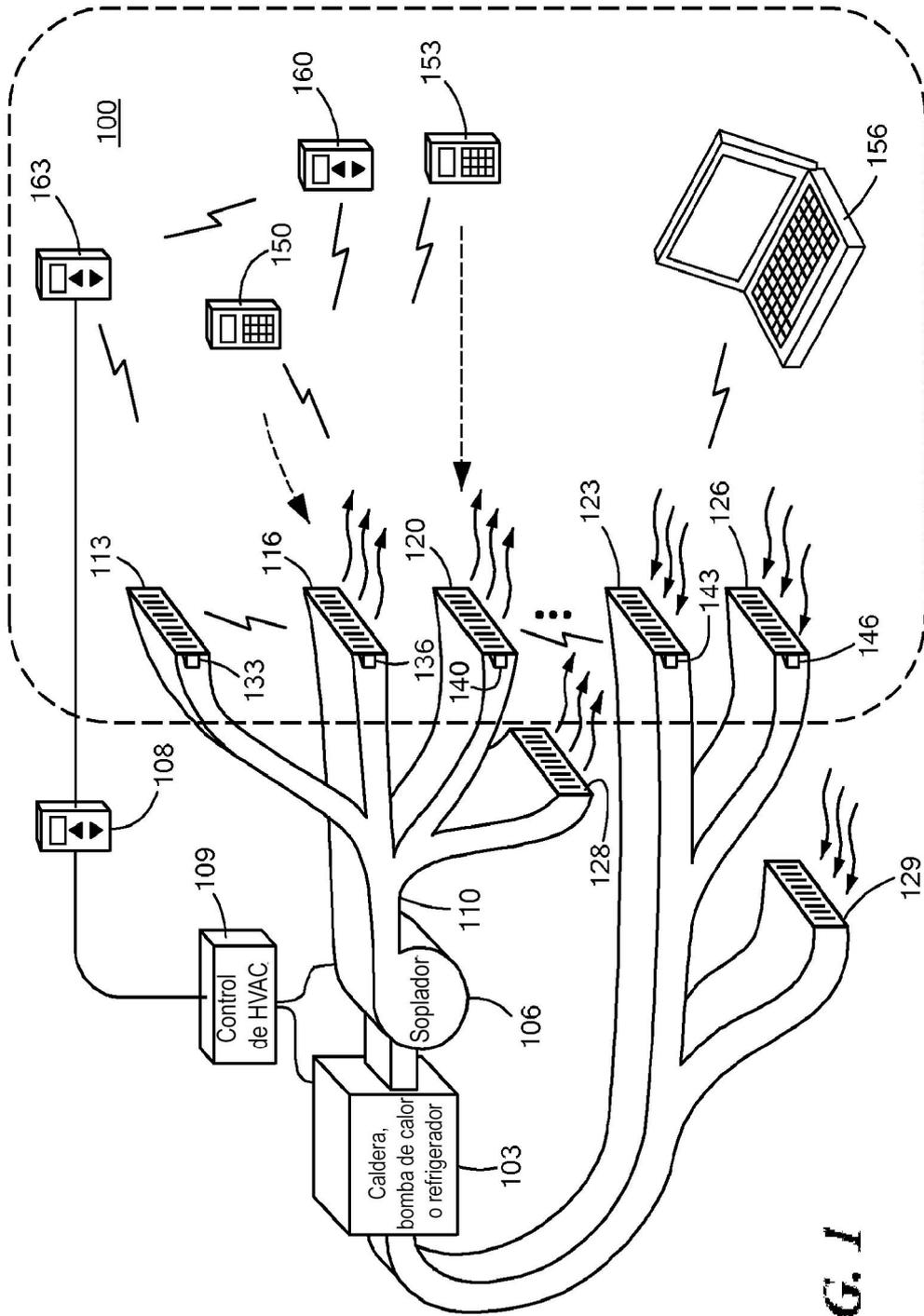
accionar un motor (506) para provocar la operación deseada del regulador de tiro (300, 303),

20 **caracterizado por**

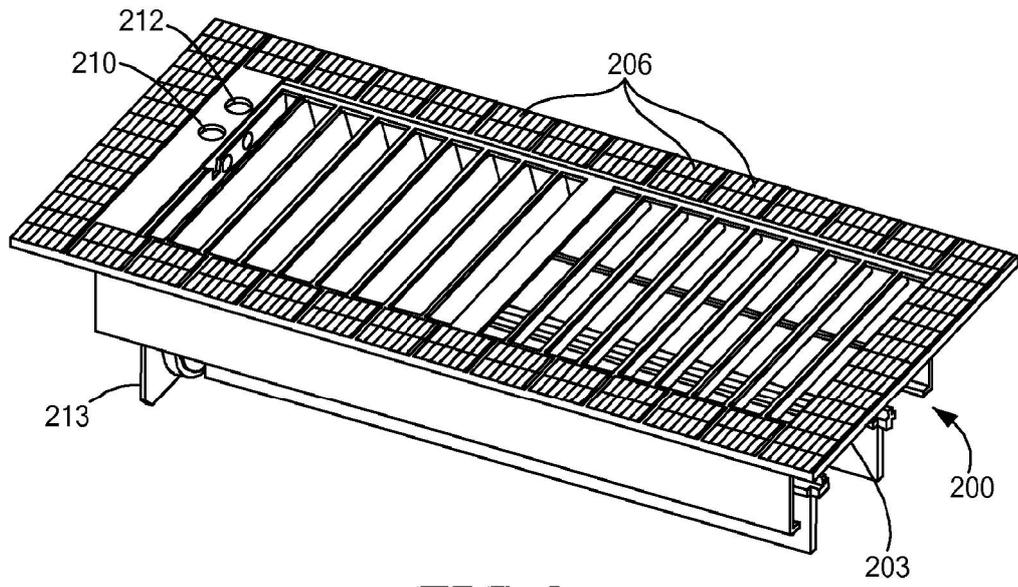
determinar inalámbricamente de manera automática la presencia de un registro controlado inteligente (113, 116, 120, 123, 126, 200) que no es parte del sistema para controlar el sistema de HVAC; y

añadir automáticamente el registro controlado inteligente (113, 116, 120, 123, 126, 200) determinado al sistema para controlar el sistema de HVAC.

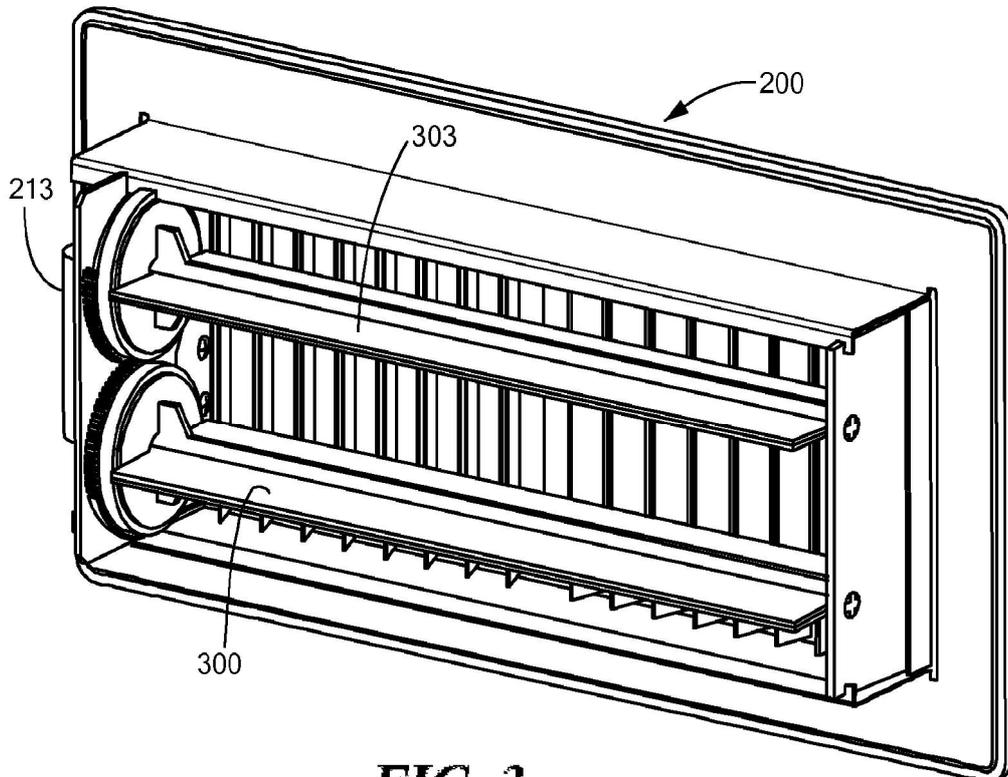
25



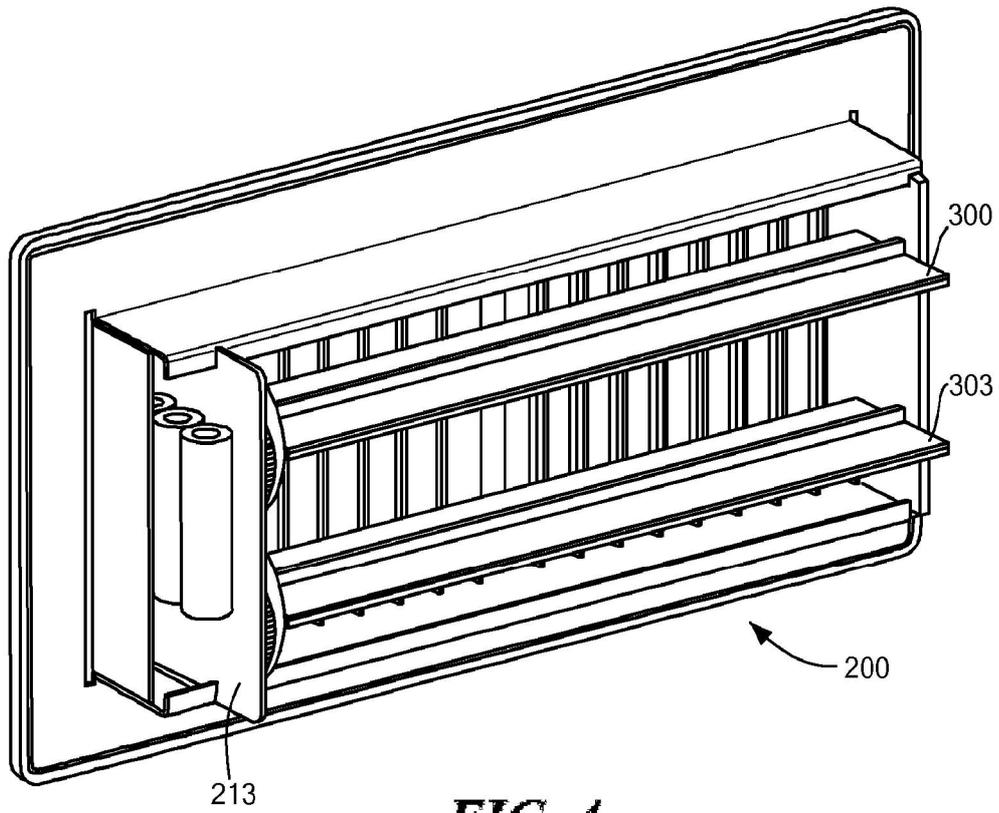
**FIG. 1**



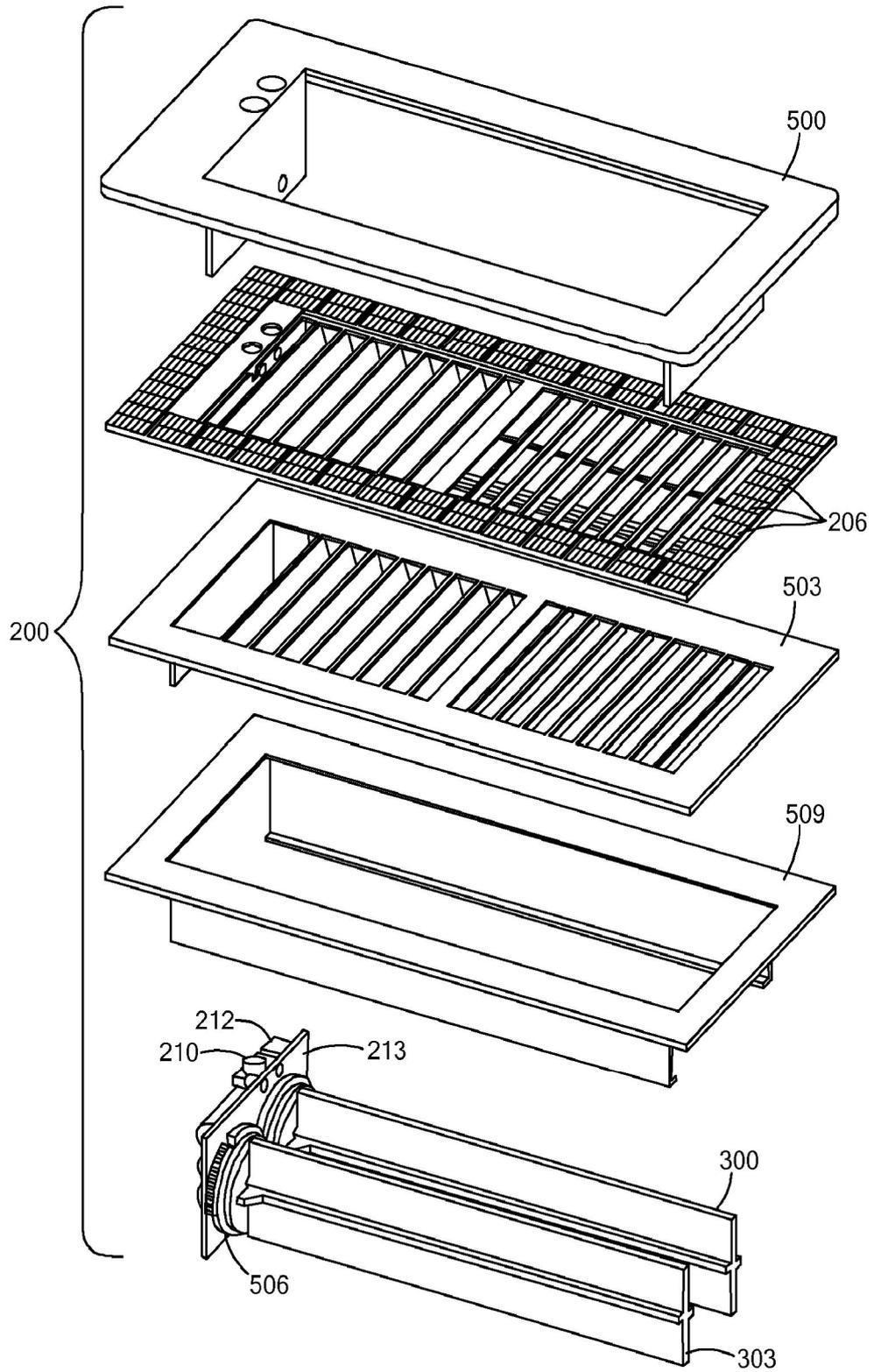
**FIG. 2**



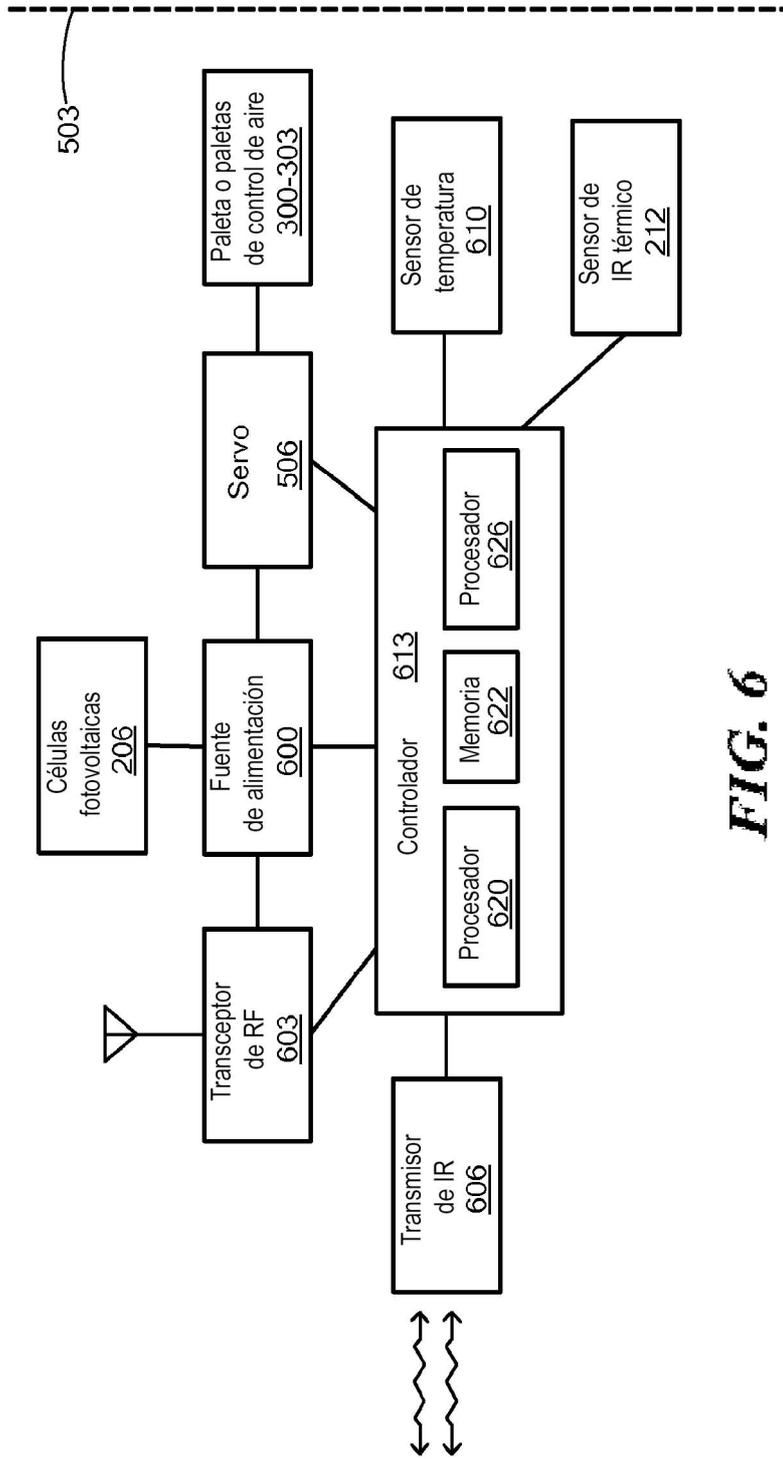
**FIG. 3**



**FIG. 4**

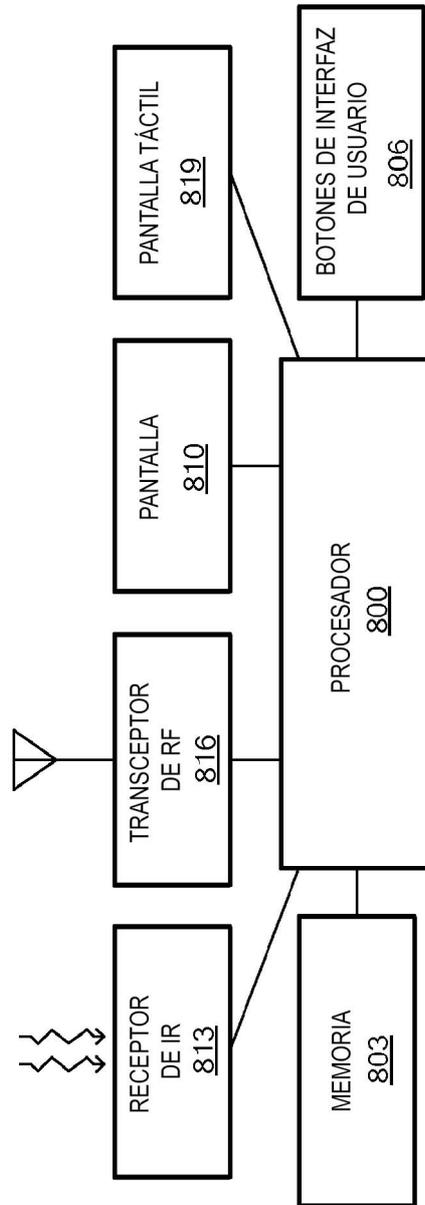


**FIG. 5**

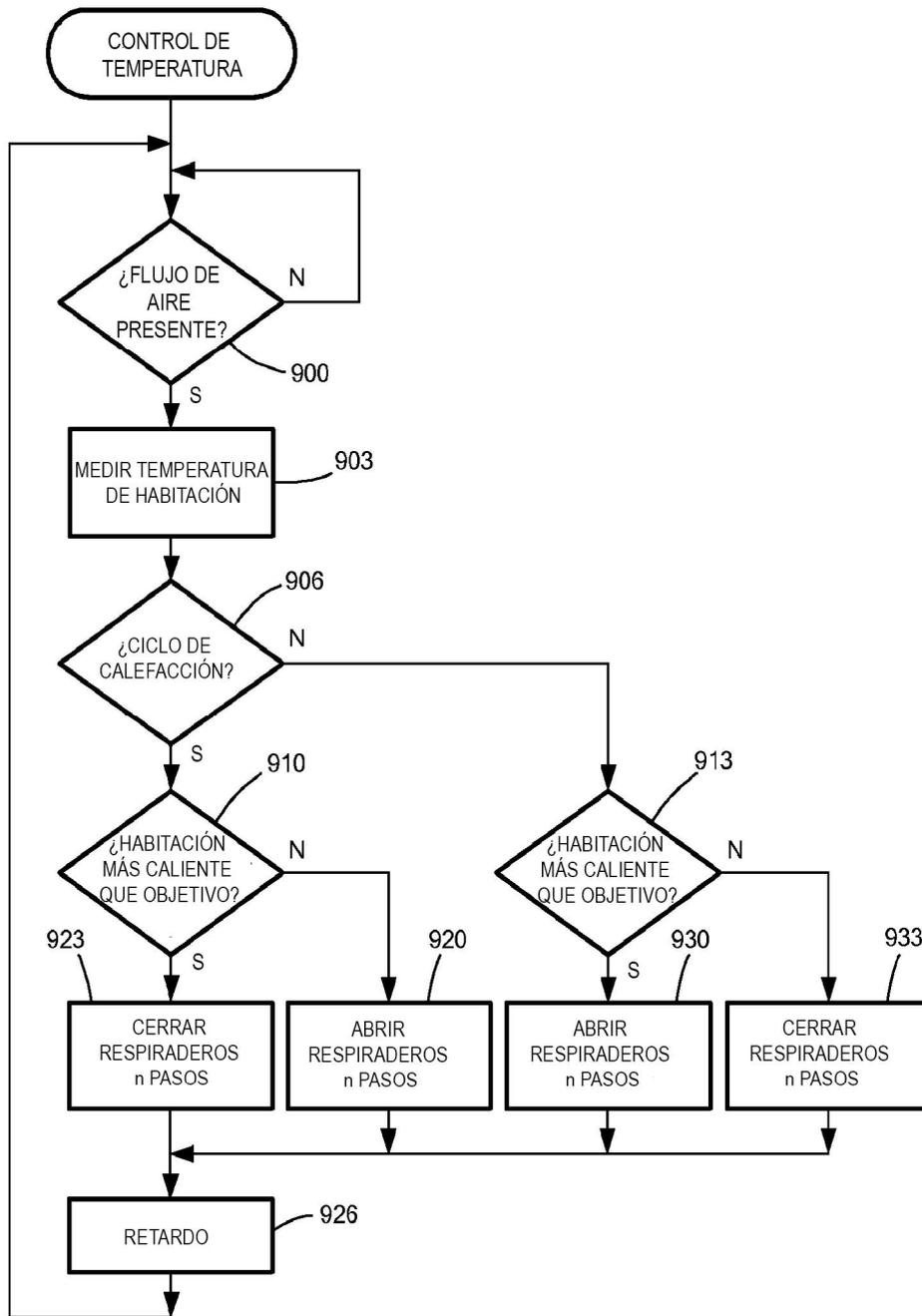


**FIG. 6**

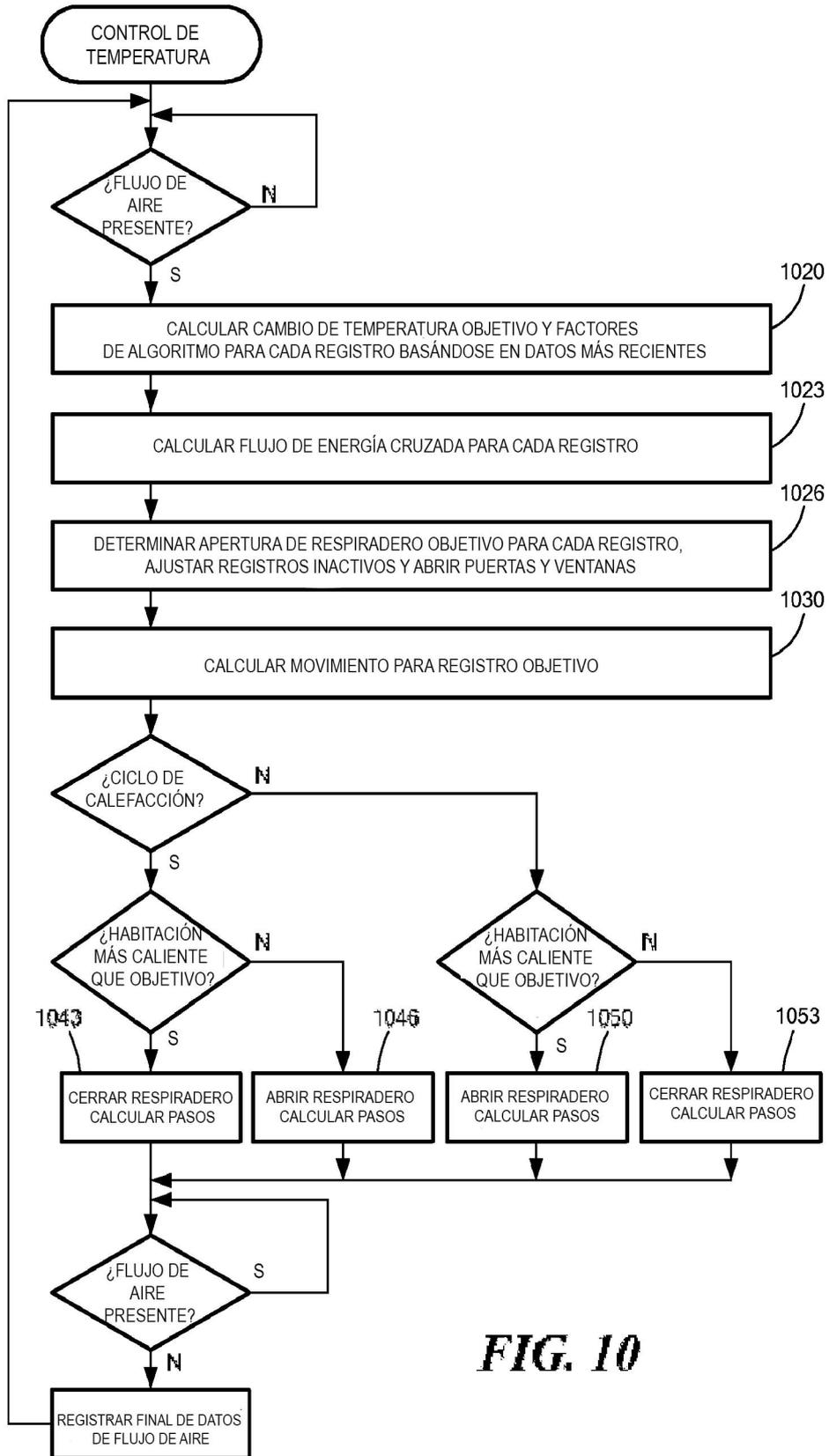




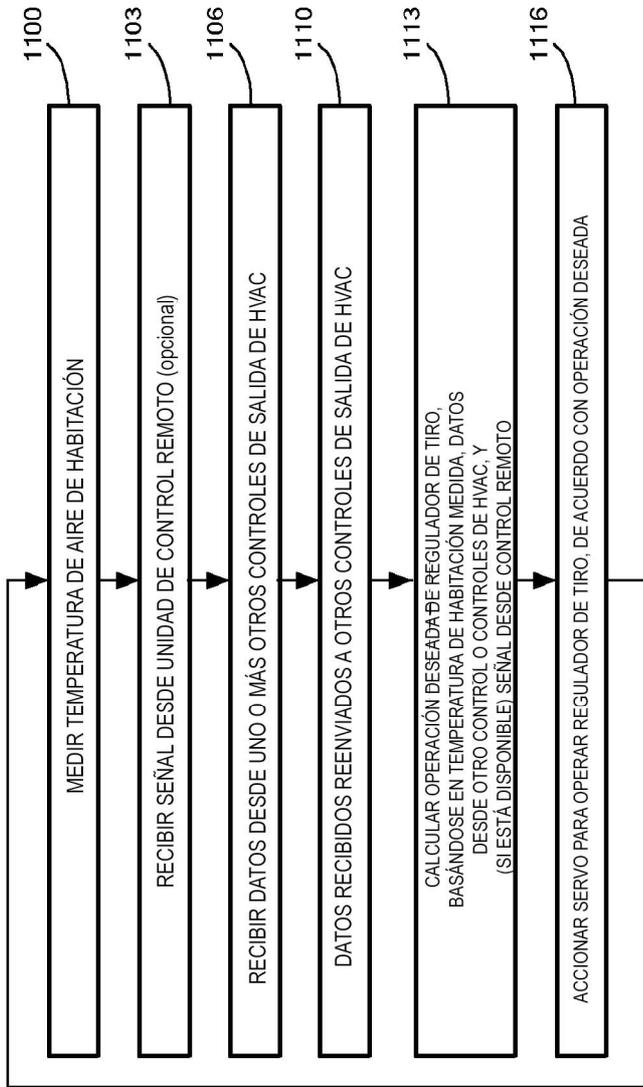
**FIG. 8**



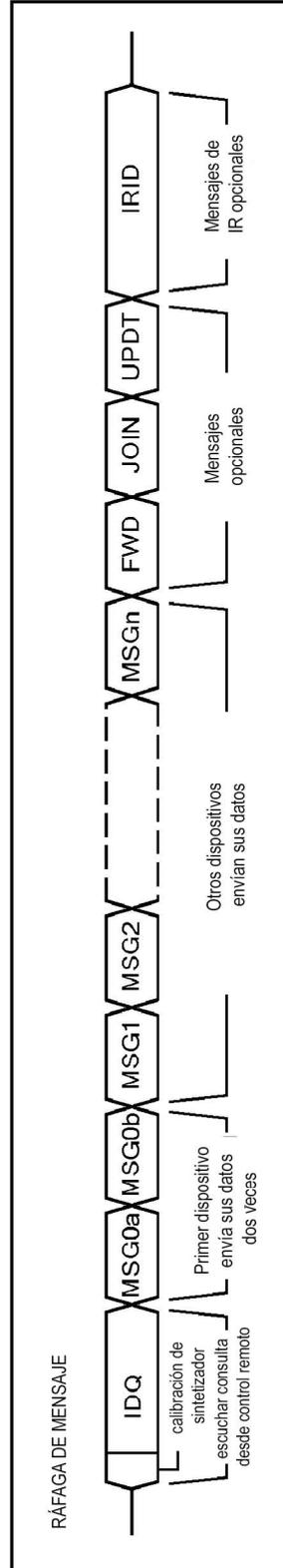
**FIG. 9**

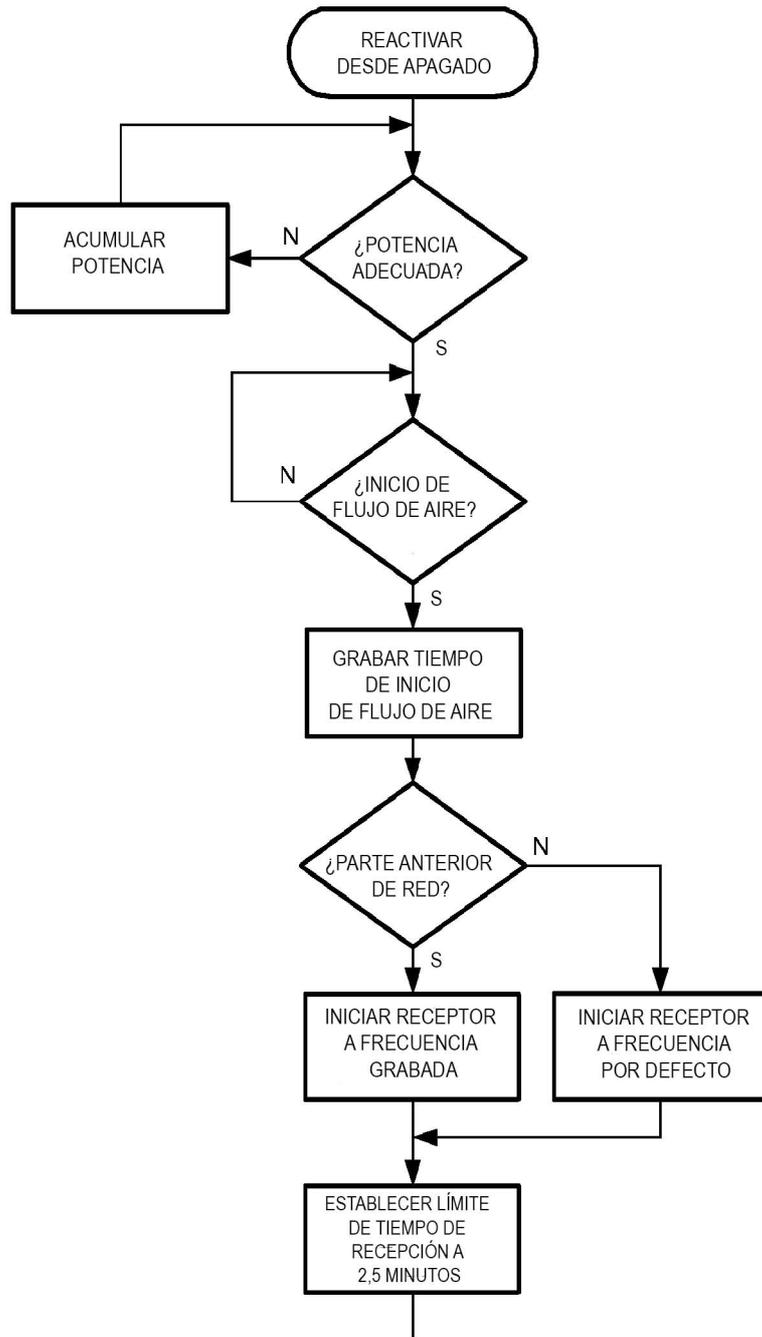


**FIG. 10**



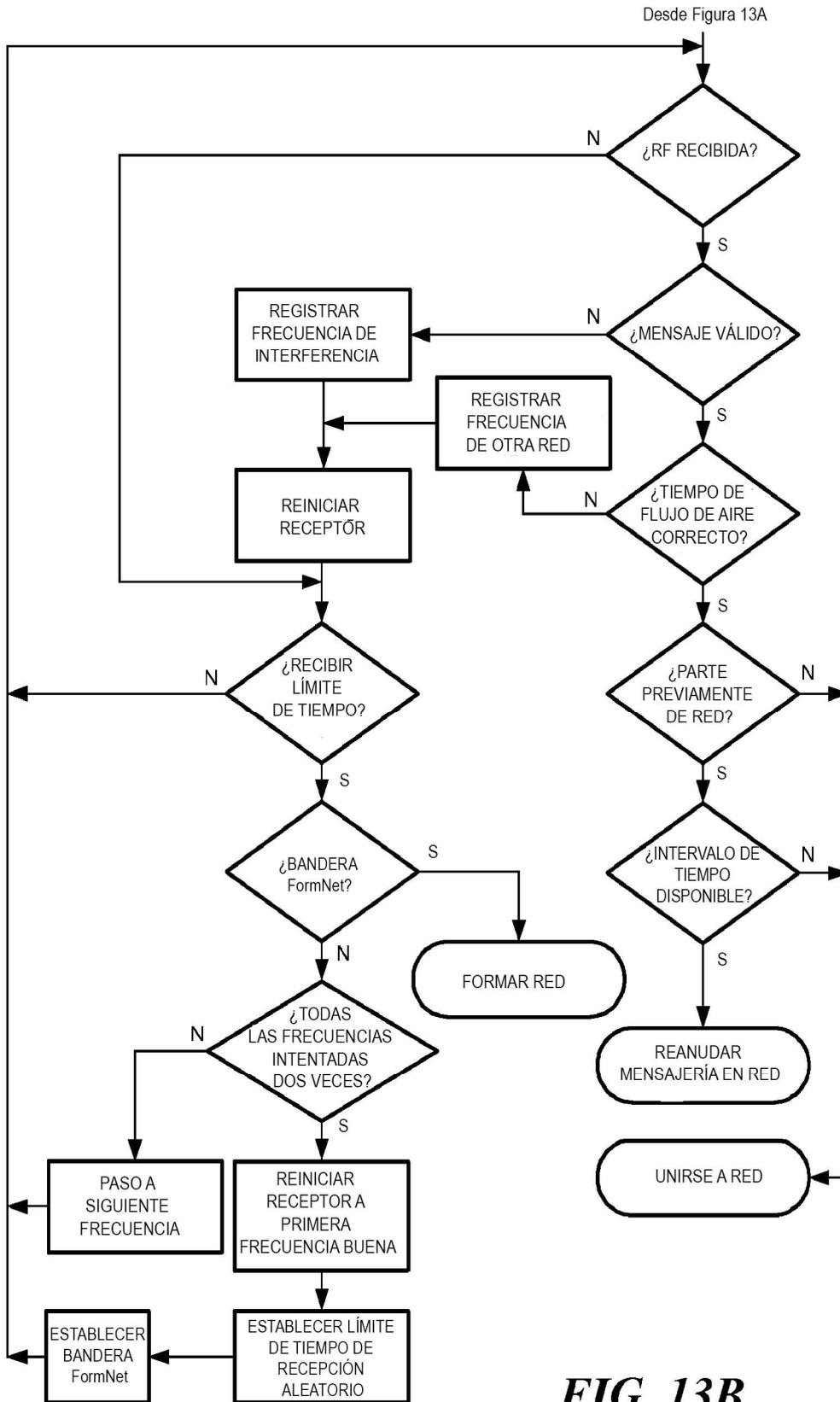
**FIG. 12**



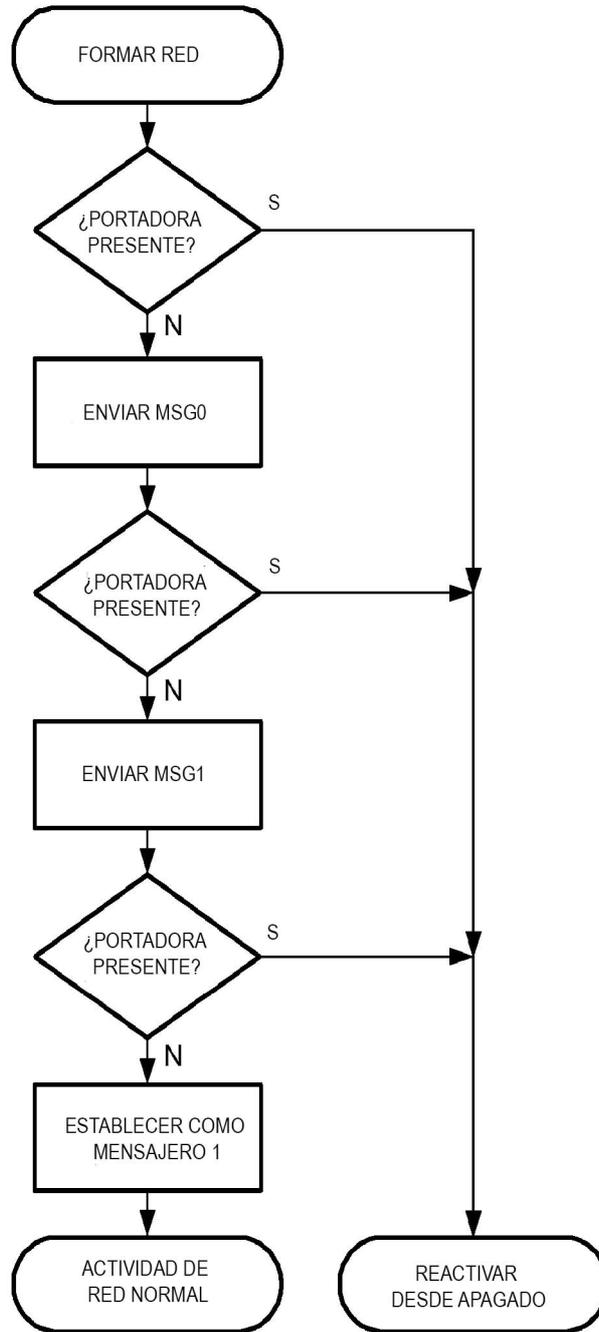


A Fig. 13B

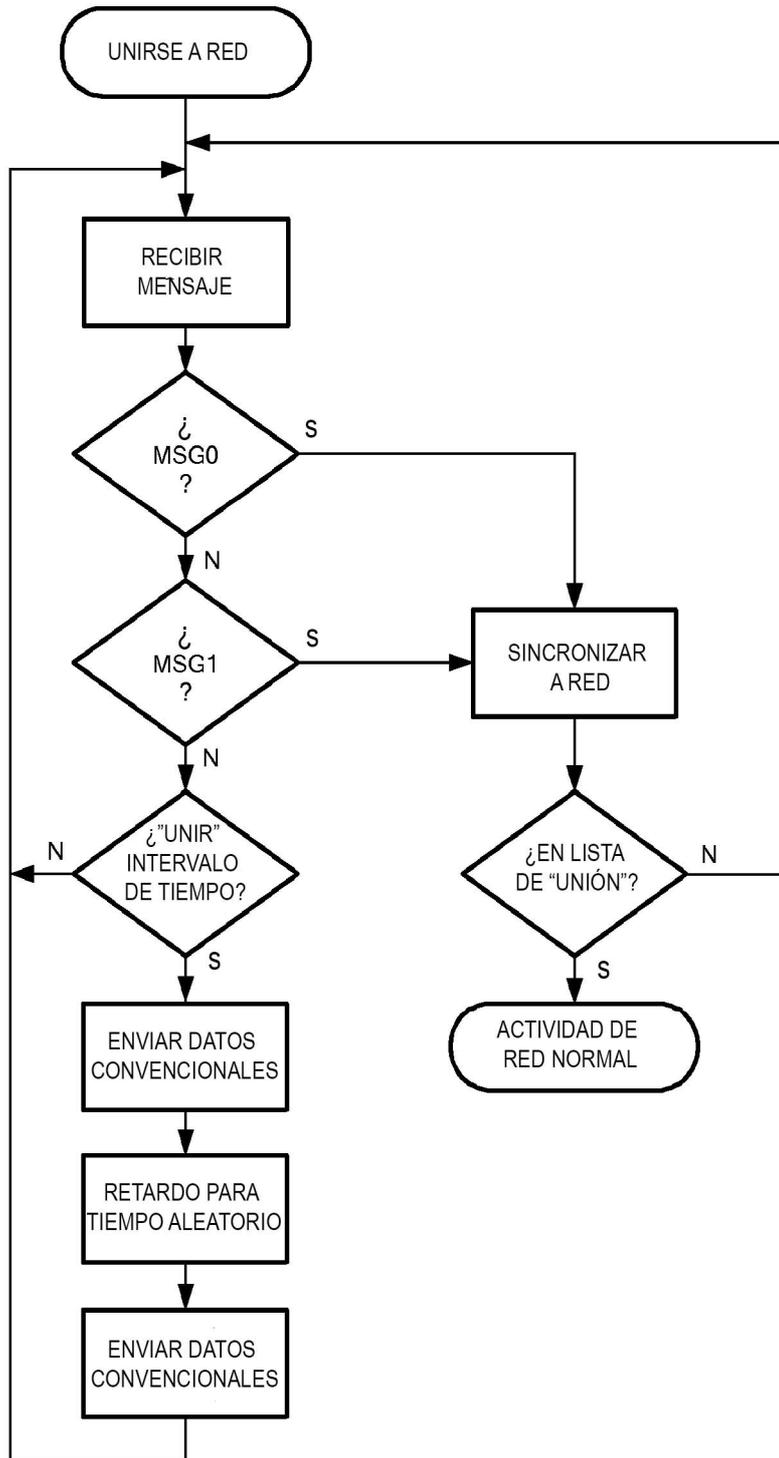
**FIG. 13A**



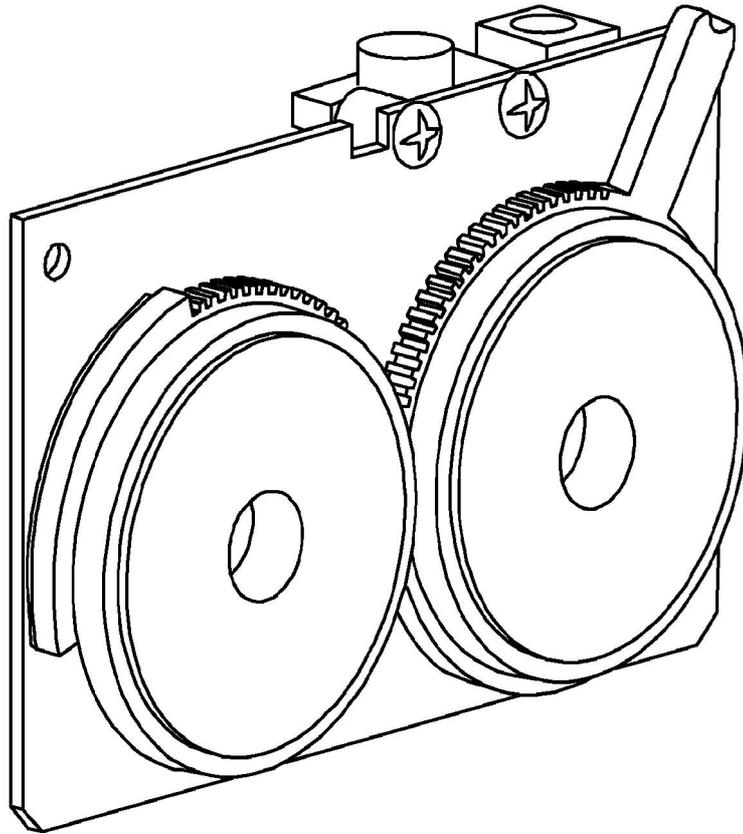
**FIG. 13B**



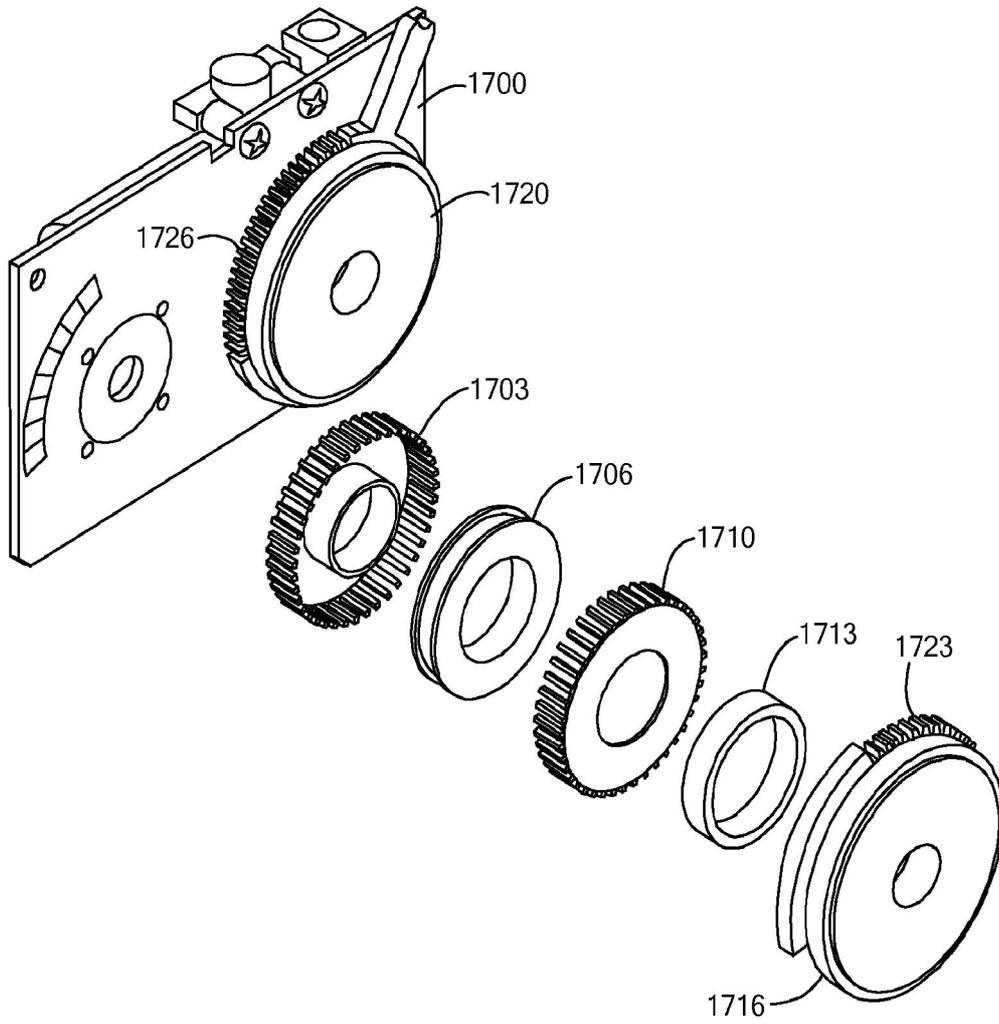
**FIG. 14**



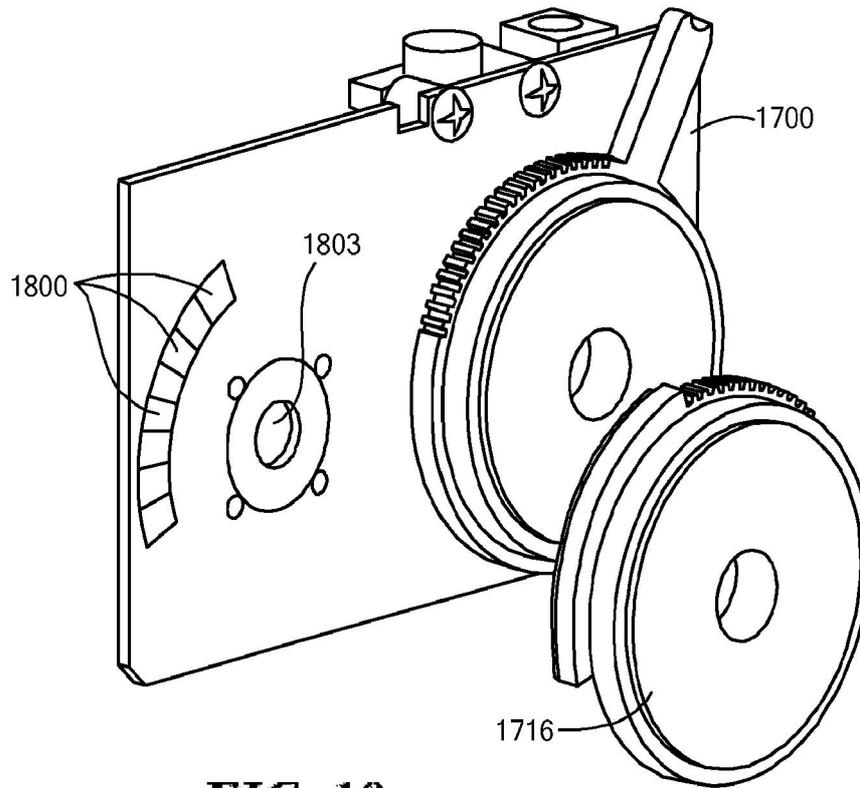
**FIG. 15**



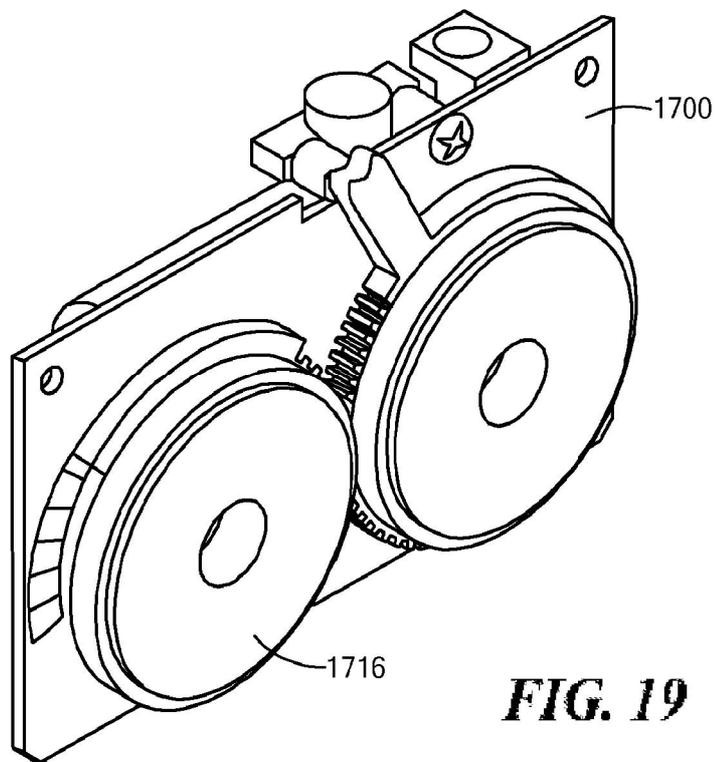
**FIG. 16**



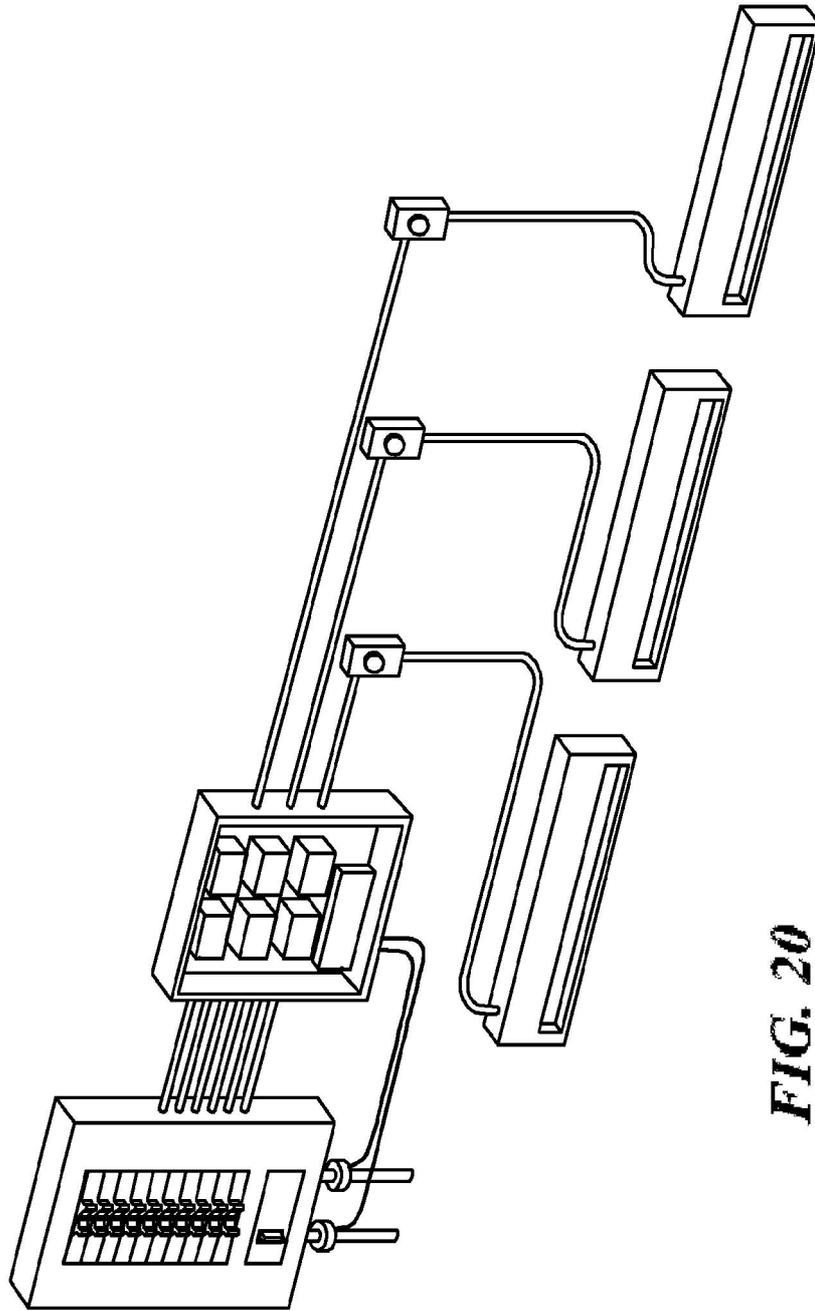
**FIG. 17**



**FIG. 18**



**FIG. 19**



**FIG. 20**

ES 2 617 744 T3

Byte o bytes de mensajes	Descripción
0x00 - 0x03	Preámbulo (0xAA)
0x04 - 0x07	Sincronización (0xD3, 0x91, 0xD3, 0x91)
0x08	Longitud de todos los elementos a seguir excepto CRC (35)
0x09	Dirección (0x00 para difusión)
0x0A	Tipo de paquete 0 = Datos convencionales de dispositivo 24 = Datos convencionales de dispositivo enviados en respuesta a comando de consulta de datos convencional (17)
0x0B	Byte de estado Bit 0 = control remoto opera en progreso Bit 1 = sigue actualización de software Bit 2 = modo de demostración
0x0C	ID de dispositivo 0
0x0D	ID de dispositivo 1
0x0E	ID de dispositivo 2
0x0F	ID de dispositivo 3
0x10	Número de cadena (0 en primer lugar)
0x11	Longitud de cadena
0x12-0x13	Reservado
0x14	Temperatura medida actual
0x15	Temperatura objetivo
0x16	Posición de respiradero (registros)
0x17	Selección de programa
0x18	Potencia disponible (a corto plazo)
0x19	Estabilidad de potencia (a largo plazo)
0x1A	
0x1B	
0x1C	
0x1D	
0x1E	
0x1F	
0x20	
0x21	
0x22	
0x23	
0x24	
0x25	Selección de datos cíclica
0x26 - 0x2D	Datos y solicitudes cíclicas
0x2E - 0x2F	CRC de 16 bits

**FIG. 21**

Byte o bytes de mensajes	Descripción
0x00 - 0x03	Preámbulo (0xAA)
0x04 - 0x07	Sincronización (0xD3, 0x91, 0xD3, 0x91)
0x08	Longitud de todos los elementos a seguir excepto CRC (35)
0x09	Dirección (0x00 para difusión)
0x0A	Tipo de paquete 0 = Datos de ajustes de dispositivo 25 = Datos de ajustes de dispositivo enviados en respuesta a comando de consulta de datos convencional remota (17)
0x0B	Byte de estado Bit 0 = control remoto opera en progreso Bit 1 = sigue actualización de software Bit 2 = modo de demostración
0x0C	ID de dispositivo 3 (MSB)
0x0D	ID de dispositivo 2
0x0E	ID de dispositivo 1
0x0F	ID de dispositivo 0 (LSB)
0x10	Número de cadena (0 en primer lugar)
0x11	Longitud de cadena
0x12 - 0x13	Reservado
0x14 - 0x17	Número de serie (32 bits)
0x18 - 0x26	Nombre (14 caracteres)
0x27 - 0x2D	Reservado
0x2E - 0x2F	CRC de 16 bits

**FIG. 22**

Byte o bytes de mensajes	Descripción
0x00 - 0x03	Preámbulo (0xAA)
0x04 - 0x07	Sincronización (0xD3, 0x91, 0xD3, 0x91)
0x08	Longitud de todos los elementos a seguir excepto CRC (35)
0x09	Dirección (0x00 para difusión)
0x0A	Tipo de paquete 16 = todos los dispositivos envían ID mediante IR 17 = dispositivo objetivo envía paquete convencional inmediatamente 18 = dispositivo objetivo envía datos de establecimiento inmediatamente
0x0B	Byte de estado Bit 0 = control remoto opera en progreso Bit 1 = sigue actualización de software Bit 2 = modo de demostración
0x0C	ID de dispositivo 3 (MSB)
0x0D	ID de dispositivo 2
0x0E	ID de dispositivo 1
0x0F	ID de dispositivo 0 (LSB)
0x10	ID de dispositivo objetivo 3 (MSB) (1)
0x11	ID de dispositivo objetivo 2 (1)
0x12	ID de dispositivo objetivo 1 (1)
0x13	ID de dispositivo objetivo 0 (LSB) (1)
0x14	Reservado
0x15	Reservado
0x16	Reservado
0x17	Reservado
0x18 - 0x19	CRC de 16 bits

**FIG. 23**

Byte o bytes de mensajes	Descripción
0x00 - 0x03	Preámbulo (0xAA)
0x04 - 0x07	Sincronización (0xD3, 0x91, 0xD3, 0x91)
0x08	Longitud de todos los elementos a seguir excepto CRC (35)
0x09	Dirección (0x00 para difusión)
0x0A	Tipo de paquete 20 = actualizar datos convencionales de dispositivo objetivo
0x0B	Byte de estado Bit 0 = control remoto opera en progreso Bit 1 = sigue actualización de software Bit 2 = modo de demostración
0x0C	ID de dispositivo 3 (MSB)
0x0D	ID de dispositivo 2
0x0E	ID de dispositivo 1
0x0F	ID de dispositivo 0 (LSB)
0x10	ID de dispositivo objetivo 3 (MSB)
0x11	ID de dispositivo objetivo 2 (1)
0x12	ID de dispositivo objetivo 1 (1)
0x13	ID de dispositivo objetivo 0 (LSB) (1)
0x14 - 0x2D	Datos en mismo orden y formato que en paquete de datos de dispositivo convencional
0x2E - 0x2F	CRC de 16 bits

**FIG. 24**

ES 2 617 744 T3

Byte o bytes de mensajes	Descripción
0x00 - 0x03	Preámbulo (0xAA)
0x04 - 0x07	Sincronización (0xD3, 0x91, 0xD3, 0x91)
0x08	Longitud de todos los elementos a seguir excepto CRC (35)
0x09	Dirección (0x00 para difusión)
0x0A	Tipo de paquete 21 = actualizar ajustes de dispositivo objetivo
0x0B	Byte de estado Bit 0 = control remoto opera en progreso Bit 1 = sigue actualización de software Bit 2 = modo de demostración
0x0C	ID de dispositivo 3 (MSB)
0x0D	ID de dispositivo 2
0x0E	ID de dispositivo 1
0x0F	ID de dispositivo 0 (LSB)
0x10	ID de dispositivo objetivo 3 (MSB) (1)
0x11	ID de dispositivo objetivo 2 (1)
0x12	ID de dispositivo objetivo 1 (1)
0x13	ID de dispositivo objetivo 0 (LSB) (1)
0x14 - 0x2D	Datos en mismo orden y formato que en paquete de datos de dispositivo convencional
0x2E - 0x2F	CRC de 16 bits

**FIG. 25**

Bytes	DATOS	Intervalo actualizado	
0	Estado		
1	Número de cadena		
2-5	Id de producto		
6-19	Nombre de dispositivo		
20	Temperatura medida actual		
21	Temperatura objetivo		
22	Posición de respiradero (registros)		
23	Selección de programa		
24	Potencia disponible (a corto plazo)		
25	Estabilidad de potencia (a largo plazo)		
26	Tiempo		
27	Funciones de repetidor		
28	Reservado		
29	Reservado		
30	Calidad de recepción 0-3		
31	Calidad de recepción 4-7		
32	Calidad de recepción 8-11		
33	Calidad de recepción 12-15		
34	Calidad de recepción 16-19		
35	Calidad de recepción 20-23		
36	Calidad de recepción 24-27		
37	Calidad de recepción 28-31		
38	Calidad de recepción 32-35		
39	Calidad de recepción 36-39		
40	Calidad de recepción 40-43		
41	Calidad de recepción 44-47		
42	Calidad de recepción 48-51		
43	Calidad de recepción 52-55		
44	Calidad de recepción 56-59		
45	reservado		
46	reservado		
47	reservado		

**FIG. 26**