(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **3 010 461**

(51) Int. Cl.:

F24D 17/00	(2012.01)	***F24H 7/04***	(2006.01)
F24H 15/174	(2012.01)	***F24H 15/156***	(2012.01)
F24H 15/238	(2012.01)	***F24H 15/212***	(2012.01)
F24H 15/395	(2012.01)	***F24H 15/242***	(2012.01)
F24D 17/02	(2006.01)	***F24H 15/265***	(2012.01)
F24D 19/10	(2006.01)	***F24H 15/277***	(2012.01)
F24H 15/219	(2012.01)	***F24H 15/429***	(2012.01)
F24H 4/04	(2006.01)	***F24H 15/225***	(2012.01)
F28D 21/00	(2006.01)		
F28D 20/02	(2006.01)		

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.02.2022 PCT/IB2022/051075**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **11.08.2022 WO22168043**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2022 E 22709027 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2025 EP 4288704**

(54) Título: **Métodos y sistemas y aparatos para apoyar la reducción del consumo de energía y agua**

(30) Prioridad:

07.02.2021 GB 202101678
02.07.2021 GB 202109593
02.07.2021 GB 202109594
02.07.2021 GB 202109596
02.07.2021 GB 202109597
02.07.2021 GB 202109598
02.07.2021 GB 202109599
02.07.2021 GB 202109600
02.08.2021 GB 202111089

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.04.2025

(73) Titular/es:

OCTOPUS ENERGY HEATING LIMITED (100.00%)
UK House 164-182 Oxford Street
London, W1D 1NN, GB

(72) Inventor/es:

KONOWALCZYK, PETER

(74) Agente/Representante:

DÍAZ DE BUSTAMANTE TERMINEL, Isidro

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

Métodos y sistemas y aparatos para apoyar la reducción del consumo de energía y agua

Campo técnico

La presente divulgación se refiere de diversas formas a métodos y aparatos, para instalaciones que incluyen un sistema de suministro de agua caliente en edificios, que admiten un uso reducido de energía y agua.

Antecedentes - general

En todo el mundo hay escasez de agua potable. Hoy en día es común escuchar noticias sobre escasez de agua en todo el mundo y, aunque podría pensarse que estos problemas sólo afectan a países y continentes "calientes", ese ya no es el caso. La Agencia Europea de Medio Ambiente informa que la escasez de agua o estrés hídrico es un problema que afecta a millones de personas en todo el mundo, incluidas más de 100 millones de personas en Europa. Alrededor del 88,2 % del uso de agua dulce de Europa (potable y otros usos) proviene de ríos y aguas subterráneas, mientras que el resto proviene de embalses (10,3 %) y lagos (1,5 %), lo que hace que estas fuentes sean extremadamente vulnerables a las amenazas que plantean la sobreexplotación, la contaminación y el cambio climático.

Por consiguiente, existe una necesidad urgente de reducir el uso doméstico de agua. En Europa, en promedio, se suministran 144 litros de agua dulce por persona por día para el consumo doméstico, pero gran parte de esta agua se "desperdicia" por descuido y malas elecciones de grifos, duchas y electrodomésticos.

A la necesidad de reducir el consumo de agua se suma la necesidad de reducir el consumo doméstico de energía, sobre todo teniendo en cuenta que (al menos en Europa) alrededor del 75 % de la calefacción y la refrigeración todavía se genera a partir de combustibles fósiles, mientras que solo el 22 % se genera a partir de energía renovable.

Según la Directiva 2012/27/UE, los edificios representan el 40 % del consumo final de energía y el 36 % de las emisiones de CO_2 de la Unión Europea. El informe de la Comisión Europea de 2016 "Mapeo y análisis del uso actual y futuro (2020 - 2030) de combustibles para calefacción/refrigeración (fósiles/renovables)" concluyó que en los hogares de la UE, la calefacción y el agua caliente por sí solos representan el 79 % del uso total de energía final (192,5 Mtep). La Comisión Europea también informa que, "según cifras de 2019 de Eurostat, aproximadamente el 75 % de la calefacción y la refrigeración todavía se genera a partir de combustibles fósiles, mientras que solo el 22 % se genera a partir de energía renovable". Para cumplir los objetivos climáticos y energéticos de la UE, el sector de la calefacción y la refrigeración debe reducir drásticamente su consumo de energía y disminuir el uso de combustibles fósiles. Se han identificado las bombas de calor (con energía extraída del aire, del suelo o del agua) como posibles contribuyentes importantes para abordar este problema.

En muchos países existen políticas y presiones para reducir la huella de carbono. Por ejemplo, en el Reino Unido, en 2020, el Gobierno británico publicó un libro blanco sobre un Estándar para Viviendas del Futuro, con propuestas para reducir las emisiones de carbono de las viviendas nuevas entre un 75 y un 80 % en comparación con los niveles existentes para 2025. Además, a principios de 2019 se anunció que a partir de 2025 se prohibiría la instalación de calderas de gas en viviendas nuevas. Se informa que en el Reino Unido, en el momento de la presentación de la solicitud, el 78 % de la energía total utilizada para la calefacción de edificios proviene del gas, mientras que el 12 % proviene de la electricidad.

En el Reino Unido hay una gran cantidad de propiedades pequeñas, de 2 a 3 habitaciones o menos, con calefacción central a gas, y la mayoría de estas propiedades utilizan lo que se conoce como calderas combinadas, en las que la caldera actúa como calentador de agua instantáneo y como caldera para calefacción central. Las calderas combinadas son populares porque combinan un factor de forma pequeño, proporcionan una fuente más o menos inmediata de agua caliente "ilimitada" (con una salida de 20 a 35 kW) y no requieren almacenamiento de agua caliente. Estas calderas pueden adquirirse a fabricantes reconocidos a un precio relativamente económico. El pequeño factor de forma y la posibilidad de prescindir de un acumulador de agua caliente significan que generalmente es posible colocar una caldera de este tipo incluso en un apartamento o casa pequeña, a menudo montada en la pared de la cocina, e instalar una nueva caldera con el trabajo de una sola persona. Por lo tanto, es posible instalar una nueva caldera de gas combinada a bajo coste. Con la inminente prohibición de nuevas calderas de gas, será necesario proporcionar fuentes de calor alternativas en lugar de las calderas combinadas de gas. Además, las calderas combinadas instaladas anteriormente eventualmente deberán reemplazarse por alguna alternativa.

Aunque las bombas de calor se han propuesto como una posible solución a la necesidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles y recortar las emisiones de CO2, actualmente no son adecuadas para el problema de reemplazar las calderas de gas en instalaciones domésticas (y comerciales pequeñas) más pequeñas por una serie de razones técnicas, comerciales y prácticas. Por lo general, son muy grandes y necesitan una unidad sustancial en el exterior de la propiedad. Por lo tanto, no es fácil instalarlos en una vivienda con una caldera combinada típica. Una unidad capaz de proporcionar una potencia equivalente a la de una caldera de gas típica sería actualmente costosa y podría requerir una demanda eléctrica significativa. No sólo las unidades en sí cuestan múltiplos de sus equivalentes a gas, sino que además su tamaño y complejidad implican que su instalación es técnicamente compleja y, por lo tanto, costosa. También se requiere un tanque de almacenamiento de agua caliente y este es otro factor que impide el uso de bombas de calor en viviendas domésticas pequeñas. Un problema técnico adicional es que las bombas de calor

tienden a requerir un tiempo significativo para comenzar a producir calor en respuesta a la demanda, quizás 30 segundos para la autocomprobación y luego algún tiempo para calentarse, es decir, una demora de 1 minuto o más entre la solicitud de agua caliente y su entrega. Por este motivo, las soluciones renovables que se intentan con bombas de calor y/o energía solar suelen ser aplicables a propiedades grandes con espacio para un tanque de almacenamiento de agua caliente (con demandas de espacio, pérdida de calor y riesgo de lesiónela).

Un componente importante del consumo energético doméstico proviene del uso de agua caliente sanitaria, tanto en términos del volumen de agua caliente utilizada como en términos de desperdicio de energía por sobrecalentamiento del agua caliente sanitaria. El desperdicio de agua caliente también contribuye, por supuesto, de manera significativa al problema más general del desperdicio de agua, que también debe abordarse si la humanidad quiere tener un futuro sustentable. Aspectos de la presente divulgación se refieren a métodos e instalaciones que pueden ayudar a reducir el uso de agua caliente y, de esta manera, contribuir a una reducción en el uso tanto de energía como de agua.

La Patente KR 2015 0056470 desvela un sistema de suministro de agua que comprende: la primera fuente de calentamiento para calentar agua; el tanque para almacenar el agua caliente calentada por la primera fuente de calentamiento; una unidad de adquisición de temperatura de agua caliente para adquirir la temperatura del agua caliente que se suministrará desde el tanque; la segunda fuente de calentamiento para calentar el agua caliente que se enviará a los puntos de suministro de agua caliente desde el tanque; y un dispositivo de visualización para mostrar la condición del sistema que incluye la cantidad de almacenamiento de agua caliente del tanque. En el sistema de suministro de agua caliente, el dispositivo de visualización muestra la condición del sistema de una primera manera de visualización cuando la temperatura del agua caliente que se va a suministrar desde el tanque es más alta que una temperatura de referencia basada en una temperatura de agua caliente establecida; y de una segunda manera cuando la temperatura del agua caliente que se va a suministrar desde el tanque es más baja que la temperatura de referencia. La Patente EP 2 108 896 A2 desvela un sistema que tiene un interruptor de agua para detectar un flujo de agua a través de un combustible, es decir, gas natural, un calentador de agua calentado y un punto de grifo para extraer agua caliente. Una tubería conecta hidráulicamente una tubería de salida de agua caliente y el punto de grifo. El calentador de agua incluye un dispositivo de detección para detectar la condición de operación y datos de los parámetros de operación, por ejemplo, la temperatura, del calentador de agua. En el punto de grifo o junto a él se dispone un dispositivo de visualización para visualizar el estado de funcionamiento detectado y/o los datos de los parámetros de funcionamiento del calentador de agua. La Patente WO 2005/057086 desvela un sistema de suministro de agua para suministrar agua caliente instantánea que tiene un calentador de agua y un circuito de suministro de agua caliente para suministrar agua caliente a las salidas. Se proporciona una bomba para hacer circular el agua a través del circuito y el calentador, de modo que el agua del circuito se calienta antes de que se abra una de las salidas. Se proporciona un sensor de temperatura para detectar la temperatura en el circuito y se proporciona una luz para mostrar cuando el agua en el circuito está a la temperatura alta requerida para el suministro instantáneo de agua caliente desde la salida. La Patente JP S61 105048 desvela un método en el que se cambia el color de un dispositivo emisor de luz según la temperatura del agua caliente de suministro.

Sumario

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para señalizar el uso de energía a un usuario de una salida de agua caliente de un sistema de suministro de agua caliente, incluyendo el sistema de suministro de agua caliente: un acumulador de energía térmica que se alimenta con energía de una fuente de energía renovable; una fuente de energía renovable; un calentador de agua auxiliar acoplado a un suministro de energía de red; un transductor de flujo operable, cuando un flujo de agua pasa a través de la salida de agua caliente, para proporcionar datos de caudal para el flujo de agua; y un procesador acoplado al transductor de flujo; siendo operable el sistema de suministro de agua caliente, bajo el control del procesador, para calentar agua que debe suministrarse a la salida de agua caliente a una temperatura de suministro del sistema objetivo utilizando una selección de uno o más del calentador de agua auxiliar, la fuente de energía renovable y energía del acumulador de energía térmica; comprendiendo el método:

determinar que el agua que fluye a través de la salida de agua caliente y determinar un caudal correspondiente;
determinar la selección necesaria para mantener la temperatura de suministro del sistema objetivo al caudal demandado por el usuario en la salida;
clasificar la selección en una de al menos dos categorías, y/o determinar el uso de energía frente a un rango predeterminado de uso de energía;
señalizar a una fuente luminosa remota visible en las proximidades de la salida un color basado en la clasificación o el consumo energético determinado; y
calentar agua utilizando la selección. El sistema de suministro de agua caliente es preferiblemente un sistema doméstico, por ejemplo, para una vivienda. Preferiblemente, el acumulador de energía térmica se abastece con energía procedente de una fuente de energía renovable distinta a la de un suministro de red.

El método proporciona a la persona que utiliza agua caliente información sobre la fuente de calor que se está utilizando para calentar el agua, lo que le permite ajustar su comportamiento, por ejemplo para reducir su uso de energía, o para utilizar agua caliente cuando se suministra desde una fuente más “verde” y evitar utilizar agua caliente cuando se calienta con una fuente potencialmente menos “verde”, tal como un suministro de energía de red. Al proporcionar retroalimentación directa a un usuario en el momento en el que se utiliza agua caliente, el método puede incentivarse para utilizar preferentemente energía procedente de fuentes de energía renovables, tales como energía solar o bombas de calor, y también para reducir el uso general de energía.

Al determinar el consumo de energía en relación con un rango predeterminado de consumo de energía y señalizar a

una fuente luminosa remota visible en las proximidades de la salida un color basado en el consumo de energía determinado es posible, por ejemplo, proporcionar una indicación de color cuyo color varía de forma continua o casi continua a medida que cambia la tasa de consumo de energía. En muchos casos, sin embargo, puede ser preferible utilizar cambios escalonados de color o indicar cambios entre categorías, porque esto puede tener un mayor impacto visual y, por lo tanto, psicológico, que los cambios suaves de colores. Puede proporcionarse a un procesador adecuadamente programado un rango predeterminado de uso de energía para una instalación asignada a un rango correspondiente de colores, de modo que para cualquier uso de energía determinado pueda seleccionarse un color correspondiente y su identidad, o más típicamente un código para su identidad, señalizada a la fuente de luz remota.

Preferiblemente, el almacenamiento de energía térmica se abastece con energía de una fuente de energía renovable distinta a la de un suministro de energía en red, por ejemplo, de una instalación solar local o *in situ* (por ejemplo, calentamiento solar de agua), una bomba de calor *in situ* de fuente de aire, fuente de tierra o fuente de agua, o un sistema fotovoltaico local o *in situ*, a diferencia, por ejemplo, de recibir energía de red "generada de forma ecológica" de un generador de energía eólica o solar (PV) en red. Aquí, "en el sitio" puede significar ubicado en las instalaciones de la vivienda, casa u oficina que alberga el suministro de agua caliente, o en un complejo, bloque, condominio o zona que alberga las instalaciones, y "local" puede significar generado dentro de 1 a 5 km de las instalaciones y suministrado por otro medio que no sea la red de suministro de energía en red.

Preferiblemente, la selección se clasifica en: una primera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario en la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica o a partir de la fuente de energía renovable; una segunda categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandada por el usuario a la salida solo puede mantenerse utilizando el calentador de agua auxiliar. Al distinguir entre la energía procedente de un suministro de energía de red (que probablemente en muchos países proporcione al menos algo de energía derivada de combustibles fósiles) y las otras dos fuentes de energía, el usuario puede reducir su dependencia de los combustibles fósiles y, potencialmente, reducir el coste de funcionamiento de su sistema de suministro de agua caliente.

Opcionalmente, la selección se clasifica en: una primera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica; una segunda categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida solo puede mantenerse utilizando el calentador de agua auxiliar; una tercera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica o de la fuente de energía renovable.

Preferiblemente, la luz es de color verde o azul para la primera categoría y rojo para la segunda categoría, y opcionalmente ámbar o amarilla para la tercera categoría.

El método, según el primer aspecto de la invención puede comprender además determinar una tasa de uso de energía que corresponde al caudal y a la selección de corriente, y proporcionar a la fuente de luz remota una señal basada en la tasa de consumo de energía determinada. Al proporcionar retroalimentación sobre la tasa de uso de energía, el método puede alentar al usuario a reducir su tasa de uso de energía, reduciendo el caudal de agua caliente, y esto puede significar que el acumulador de energía térmica puede satisfacer todos los requisitos del usuario para el agua caliente sin necesidad de utilizar el calentador auxiliar, y quizás sin necesidad de recurrir a la fuente de energía renovable, de modo que, por ejemplo, no es necesario poner en marcha una bomba de calor para satisfacer la demanda de agua caliente del usuario. La provisión de esta retroalimentación también puede alentar al usuario a reducir la longitud del tiempo durante el cual el agua caliente se deja fluir, reduciendo así potencialmente la cantidad de energía utilizada.

Proporcionar información visual sobre la cantidad de energía utilizada (que es una función tanto de la temperatura como del volumen de agua calentada que se consume) puede ser útil para modificar el comportamiento del usuario de modo que utilice menos energía. Por ejemplo, puede alentar a un usuario a reducir el caudal general de agua, reducir la proporción de agua caliente utilizada desde una salida que combina agua de fuentes frías y calientes, y/o reducir el tiempo durante el cual se permite que el agua fluya.

El método según el primer aspecto de la invención puede comprender además la modulación de la fuente de luz a una tasa de modulación basada en la tasa de uso de energía determinada. La modulación de la fuente de luz con una profundidad de modulación (por ejemplo, reduciendo el brillo máximo en una cantidad en cualquiera de los rangos de 10 % a 100 %, o 20 % a 90 %, preferiblemente en el rango de 30 % a 70 %, por ejemplo, en un 50 %) y a una velocidad perceptible para un usuario, por ejemplo, a una velocidad de unos pocos Hz a fracciones de Hz (por ejemplo, pulsando la luz cada pocos segundos), en función de la tasa de uso de energía determinada, permite que un usuario esté al tanto de la velocidad a la que su uso de agua caliente está utilizando energía. Al proporcionar en efecto un pulso visible cuya frecuencia aumenta con la tasa de uso de energía, puede incentivarse al usuario a reducir el caudal de agua caliente, reduciendo así la tasa de uso de energía y, por lo tanto, ralentizando el pulso visible. La fuerza del “mensaje” entregado por la luz pulsada puede variarse variando la profundidad de modulación utilizada: una mayor profundidad de modulación significa una mayor oportunidad de reducir la tasa de uso de energía.

El método según el primer aspecto de la invención puede comprender además determinar el costo unitario de la energía que se utiliza para calentar el agua que se suministra a la salida de agua caliente y proporcionar a la fuente de luz remota una señal basada en el costo unitario de energía determinado. Debido a que el sistema de suministro

de agua caliente puede utilizar tanto una fuente de energía renovable como un suministro de energía en red, es probable que se apliquen diferentes costos de energía a la energía proveniente de estas fuentes. Al proporcionar al usuario una señal visual basada en el costo de la energía utilizada, el usuario puede tomar una decisión informada sobre la cantidad de agua caliente utilizada. Al proporcionar al procesador acceso a los datos de tarifas (que pueden variar a lo largo del día y diferir de un día para otro y/o según la temporada) para el suministro de energía en red, junto con cualquier información de costos relevante con respecto a la fuente de energía renovable y con respecto a la fuente de energía renovable utilizada para alimentar el almacenamiento de energía térmica (si es diferente de la fuente de energía renovable), el procesador puede proporcionar a un usuario información de costos precisa y actualizada por medio de un indicador visual. Por ejemplo, durante los períodos de tarifas bajas, puede ser especialmente barato utilizar el suministro de energía en red para calentar agua, y dichos momentos pueden ser señalados a los usuarios por alguna característica luminosa de la fuente de luz.

El método según el primer aspecto de la invención puede comprender además controlar la saturación del color o el tono de la fuente de luz en función de la tasa de uso de energía determinada.

En los métodos según el primer aspecto de la invención, la fuente de luz está integrada en una luz de la habitación.

En los métodos según el primer aspecto de la invención, la fuente de luz está dispuesta para proyectar luz sobre el agua que emerge de la salida de agua caliente. De esta manera, las señales luminosas según las diferentes variantes del primer aspecto pueden hacerse fácilmente visibles para un usuario independientemente de que su entorno esté iluminado por luz diurna o por luz artificial adicional.

En los métodos según el primer aspecto de la invención, la fuente de luz también está dispuesta para proporcionar iluminación ambiental y el tono o color se cambia en respuesta a dicha señalización.

En los métodos según el primer aspecto de la invención, la fuente de luz comprende un LED RGB. Estas fuentes de luz normalmente pueden proporcionar una amplia gama de colores, y la saturación, el tono y el brillo pueden controlarse fácilmente.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema de suministro de agua caliente que incluye:

una salida de suministro de agua caliente controlable;
un acumulador de energía térmica que está configurado para recibir energía procedente de una fuente de energía renovable;
una fuente de energía renovable;
un calentador de agua auxiliar acoplado a un suministro de energía de red;
un transductor de flujo operable, cuando un flujo de agua pasa a través de la salida de agua caliente, para proporcionar datos de caudal para el flujo de agua; y
un procesador acoplado al transductor de flujo;
siendo operable el sistema de suministro de agua caliente, bajo el control del procesador, para calentar agua que debe suministrarse a la salida de agua caliente a una temperatura de suministro del sistema objetivo utilizando una selección de uno o más del calentador de agua auxiliar, la fuente de energía renovable y energía procedente del acumulador de energía térmica;
estando el procesador configurado para:

determinar que el agua que fluye a través de la salida de agua caliente y determinar un caudal correspondiente;
determinar la selección necesaria para mantener la temperatura de suministro del sistema objetivo al caudal demandado por un usuario en la salida;
clasificar la selección en al menos dos categorías y/o asignar una escala graduada al uso;
señalizar a una fuente luminosa remota visible en las proximidades de la salida un color basado en la clasificación; y hacer que el agua se caliente utilizando la selección.

Preferiblemente, el procesador está configurado para clasificar la selección en: una primera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica o desde la fuente de energía renovable; una segunda categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida solo puede mantenerse utilizando el calentador de agua auxiliar.

Preferiblemente, el procesador está configurado para clasificar la selección en: una primera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica; una segunda categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida solo puede mantenerse utilizando el calentador de agua auxiliar; una tercera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica o desde la fuente de energía renovable.

Opcionalmente, el procesador está configurado para determinar una tasa de uso de energía que corresponde al caudal y a la selección de corriente, y proporcionar a la fuente de luz remota una señal basada en la tasa de consumo de energía determinada.

Opcionalmente, el procesador está configurado para determinar el coste unitario de energía que se está utilizando para calentar el agua que se suministra a la salida de agua caliente, y proporcionar a la fuente de luz remota una señal basada en el coste unitario de energía determinado.

Opcionalmente, según el primer o segundo aspecto, la fuente de energía renovable comprende una instalación de calentamiento solar de agua o una bomba de calor.

Opcionalmente, según el primer o segundo aspecto, la fuente de energía renovable comprende una instalación de calentamiento solar de agua o una bomba de calor.

Opcionalmente, según el primer o segundo aspecto, el calentador de agua auxiliar es un calentador de agua eléctrico acoplado a una red de suministro eléctrico.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán realizaciones de diversos aspectos de la invención, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama esquemático que muestra una disposición potencial de una instalación que incluye un sistema de suministro de agua caliente en el interior según un aspecto de la invención;
La Figura 2 es un diagrama esquemático que muestra un banco de energía que incluye un material de cambio de fase y un intercambiador de calor acoplado a una fuente de energía de bomba de calor, incluyendo el banco de energía uno o más sensores para proporcionar datos de medición indicativos de la cantidad de energía almacenada como calor latente en el material de cambio de fase;
La Figura 3 es un diagrama de flujo de alto nivel para un método que no es parte de la invención realizado por una instalación que incluye un banco de energía, tal como el de la Figura 2;
La Figura 4 es un diagrama de flujo de alto nivel para otro método que no es parte de la invención realizado por un banco de energía como el de la Figura 2;
La Figura 5 es un diagrama de flujo para otro método que no es parte de la invención realizado por un banco de energía como el de la Figura 2;
La Figura 6 es un diagrama de flujo para otro método que no es parte de la invención realizado por un banco de energía como el de la Figura 2;
La Figura 7 es un diagrama esquemático que muestra una instalación de suministro de agua en un edificio según un aspecto de la invención; y
La Figura 8 es un diagrama esquemático que muestra una disposición potencial de los componentes de una unidad de interfaz, que incorpora un banco de energía.

Descripción detallada

La Figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema de suministro de agua caliente 100 según un primer aspecto de la invención. El sistema 100 incluye un aparato de calentamiento instantáneo de agua 101, y al menos una salida de agua controlable 102 alejada del aparato 101, por ejemplo en una habitación 103 distinta de aquella en la que se encuentra el aparato de calentamiento instantáneo de agua 101.

El aparato de calentamiento instantáneo de agua 101 incluye un acumulador de energía térmica 104, que incluye preferiblemente un material de cambio de fase para almacenar energía como calor latente, y una fuente de energía renovable 105 que puede ser una bomba de calor, tal como una bomba de calor de fuente de aire o de tierra, pero alternativamente podría ser un dispositivo de calentamiento solar en el que, por ejemplo, un líquido tal como agua se calienta utilizando radiación solar. La fuente de energía renovable normalmente estará asociada con las instalaciones en las que se encuentra el sistema de suministro de agua caliente, normalmente instalaciones domésticas en lugar de comerciales, y puede abastecer solo a esas instalaciones, o puede compartirse entre varias viviendas o instalaciones. El acumulador de energía térmica 104 incluye normalmente un intercambiador de calor acoplado a la fuente de energía renovable 105, de modo que la energía, en forma de calor, de esta última puede transferirse al material en el acumulador de energía 104. De este modo, un líquido de transferencia de calor puede calentarse mediante la fuente de energía renovable 105, circulado a través de un circuito intercambiador de energía en el acumulador de energía 104, y devuelto a la fuente de energía renovable 105 para recalentarse. El aparato 101 también incluye un calentador de agua auxiliar 106, preferiblemente un calentador de agua instantáneo, que está acoplado a un suministro de energía de red. Normalmente, el calentador de agua auxiliar 106 será un calentador eléctrico que utiliza calentamiento resistivo o inductivo, y el suministro de energía de red será un suministro de electricidad de red. Generalmente, una opción menos preferida, pero aun así contemplada, es utilizar un calentador de agua a gas, conectado a una fuente de gas principal.

Un suministro de agua 107, que puede ser un suministro de agua fría de la red, está acoplado al acumulador de energía térmica 104 donde pasa a través de otro circuito del intercambiador de calor para extraer energía procedente del material de almacenamiento de energía. El suministro de agua 107 también está acoplado preferiblemente, como se muestra, al calentador de agua auxiliar 106 de modo que se puede producir agua caliente sin necesidad de pasar a través del acumulador de energía térmica 104. El agua caliente que sale del acumulador de energía térmica pasa en 108 al calentador de agua auxiliar 106, y después a través de una válvula de mezclado termostática 109 hacia la instalación de suministro de agua caliente ilustrada mediante la tubería 110 y la salida controlable 102 (en la práctica, normalmente habrá múltiples salidas de agua controlables, incluyendo grifos de baño, salidas de ducha, grifos de

lavabo y un grifo de cocina, pero estos se omiten aquí para facilitar la explicación). La válvula mezcladora 109, que también recibe un suministro de agua fría del suministro 107, está acoplada a, y controlada electrónicamente por, un controlador o procesador 111 del aparato de calentamiento instantáneo de agua 101.

La Figura también muestra en líneas discontinuas una alimentación de agua desde el suministro 107 directamente a la fuente de energía renovable 105 y desde la fuente de energía renovable al calentador de agua auxiliar 106, pero esta disposición es opcional. En general, si la fuente de calor 105 es una bomba de calor, la energía procedente de la bomba de calor solo puede suministrarse al acumulador de energía 104, y no hay alimentación de agua caliente directamente desde la fuente de energía 105 al calentador de agua auxiliar 106. Una posible configuración de la fuente de calor renovable 105 y el acumulador de energía térmica 104 se describirá con mayor detalle más adelante con referencia a la Figura 2.

El procesador 111 también está acoplado a un primer sensor de temperatura 112 en la trayectoria de flujo desde el calentador de agua 106 a la válvula mezcladora 109, otro 113 en la salida de la válvula mezcladora 109, y otro 115 para detectar la temperatura del agua del suministro de agua 107. También acoplados al procesador 111 están un sensor de flujo o presión 114 y un controlador de flujo (válvula) 116, tanto en la trayectoria de flujo desde el calentador de agua 106 a la válvula mezcladora 109. Puede proporcionarse otro sensor de flujo o sensor de presión 117, acoplado al procesador 111, en la alimentación de agua caliente a la salida (por ejemplo, grifo) 102, por ejemplo cerca de la salida 102. Además, puede proporcionarse un controlador de flujo adicional (válvula) 118 en la alimentación de agua fría al acumulador de energía, controlado por el procesador 111.

También se muestra un dispositivo de detección 119 para proporcionar al procesador información sobre el estado del acumulador de energía térmica, en particular información para permitir que el procesador determine el estado de almacenamiento de energía del acumulador de energía. El dispositivo de detección 119 también puede medir la temperatura del medio de almacenamiento de energía, de modo que el procesador 111 puede determinar la cantidad de energía almacenada como calor sensible. Más adelante en esta solicitud se describen varios dispositivos de detección adecuados. Las conexiones entre el procesador 111 y los diversos sensores y actuadores pueden ser por cable, por ejemplo utilizando una disposición de bus CAN, o pueden ser inalámbricas utilizando transceptores 110 (por ejemplo utilizando frecuencias asignadas en las bandas de radio ISM), o ambas.

La fuente de energía renovable 105 es preferiblemente una bomba de calor, tal como una bomba de calor de fuente de aire, y como tal estará ubicada en gran parte o totalmente fuera del edificio en el que está instalado el sistema de suministro de agua caliente. Normalmente, la bomba de calor incluirá un intercambiador de calor a través del cual fluye un fluido entre la bomba de calor y el aparato 101, el calor es absorbido en la bomba de calor por el fluido y se intercambia con el acumulador de energía térmica 104, y el fluido enfriado regresa al intercambiador de calor en la bomba de calor para extraer más energía. Preferiblemente, la bomba de calor suministra energía solo a las instalaciones que alojan el sistema de suministro de agua caliente, de modo que la bomba de calor puede controlarse óptimamente en beneficio de las instalaciones.

Aunque se muestra como un elemento separado, la válvula 109 que es controlada por el procesador para mezclas agua fría con agua calentada por el aparato 101 puede como alternativa estar integrada con el aparato 101, tanto interna como externamente, para hacer un aparato ampliamente autónomo (entendiéndose que la fuente de energía renovable 105, aunque se muestra como parte del aparato 101, generalmente será una entidad separada), que puede proporcionar agua calentada a temperatura controlada en un amplio rango de calor.

La Figura 1 también muestra, de nuevo esquemáticamente, una fuente de luz 150 que se encuentra en las proximidades de la salida de agua caliente 102, aquí mostrada simplemente como que está en la misma habitación, y que está alejada del aparato 101, aquí mostrado como estando fuera de la habitación que contiene la salida de agua caliente 102. La fuente de luz puede incluir más de un emisor, y la fuente de luz puede incluir varios recintos cada uno con uno o más emisores. Preferiblemente, la fuente de luz 150 comprende uno o más emisores LED, siendo la fuente de luz controlable para cambiar el color de la luz que emite. También preferiblemente, tanto el tono como la saturación de la luz emitida por la fuente de luz pueden ajustarse eléctricamente. La fuente de luz puede utilizarse como fuente única o principal de iluminación para la habitación 103, pero puede ser una fuente adicional que complemente la fuente única o principal de iluminación de la habitación 103. La fuente de luz 150 está acoplada al procesador 111 del aparato 101, tanto a través de una conexión por cable o, más preferiblemente, y como se muestra, a través de una conexión inalámbrica a través de un receptor de RF local (o más generalmente, un transceptor) 110. La fuente de luz 150 puede comprender una bombilla “inteligente” configurada para ser controlada desde un “concentrador” remoto, y el propio procesador 111 puede actuar como dicho concentrador, o puede interactuar con la fuente de luz 150 a través de un concentrador separado.

Cuando se abre la salida 102, el sensor de flujo 114 detecta el flujo resultante, lo que permite que el procesador 111 determine un caudal correspondiente. El procesador 111 es consciente o adquiere el estado (el porcentaje de carga, o el contenido de energía, o alguna medida similar, técnicas alternativas para las cuales se describen más adelante) del acumulador de energía térmica. El procesador determina si hay suficiente energía almacenada para permitir que el caudal se mantenga a una temperatura de suministro del sistema objetivo utilizando solo la energía del acumulador de energía térmica. En caso contrario, el procesador determina el estado de la fuente de energía renovable; por ejemplo, determina si una bomba de calor asociada ya está funcionando o puede ponerse en marcha después de menos de un retraso predeterminado. Dependiendo de los resultados de estas determinaciones, el procesador determina cuál es la mejor manera de satisfacer la demanda de agua caliente, es decir, el procesador hace una selección de uno o más de los calentadores de agua auxiliares 106, la fuente de energía renovable 105 y la energía

del acumulador de energía térmica 104. El procesador 111 aplica una clasificación predeterminada a la selección elegida y luego envía una señal correspondiente a la fuente de luz 150. Al recibir la señal del procesador, la fuente de luz 150/160 muestra el color de luz correspondiente. El procesador 111 también puede controlar otras propiedades de la luz emitida desde la fuente de luz 150, por ejemplo, puede especificarse una modulación particular y/o un tono y/o saturación particular. La fuente de luz 150 puede incluir electrónica de control para permitirle responder a las señales enviadas desde el procesador 111, o la fuente de luz puede estar configurada para responder directamente a las señales de control enviadas desde el procesador 111.

También se muestra en la Figura 1 otra fuente de luz 160. Al igual que la fuente de luz 150, la fuente de luz 160 se encuentra en las proximidades de la salida de agua caliente 102, donde su luz puede ser percibida por un usuario de la salida 102, alejado del aparato 101. Pero en lugar de ser una fuente de luz independiente, la fuente de luz 160 está integrada en la salida de agua caliente 102, ya sea para ser visible en el exterior de la salida 102, o más preferiblemente, la fuente de luz 160 está dispuesta para iluminar el agua que emerge de la salida de agua 102, o ambos. La fuente de luz 160 puede proporcionarse en lugar de la fuente de luz 150, reaccionando la fuente de luz 160 a las señales de control del procesador 111 como se acaba de describir, o la fuente de luz 160 puede proporcionarse además de la fuente de luz 150, y ambas fuentes de luz responden a las señales de control.

El procesador puede clasificar la selección en: una primera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica o desde la fuente de energía renovable, y esta puede considerarse la categoría “verde” porque la energía utilizada proviene (total o principalmente) de fuentes renovables; y una segunda categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida solo puede mantenerse utilizando el calentador de agua auxiliar, que puede considerarse la categoría menos deseable porque es probable que dependa en gran medida de combustibles fósiles.

Como alternativa, el procesador puede clasificar la selección en más categorías o clases, por ejemplo en:

una primera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica: la categoría más verde;

una segunda categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario en la salida solo se puede mantener utilizando el calentador de agua auxiliar, la categoría "roja" debido a la alta probabilidad de que la energía provenga de combustibles fósiles la categoría menos verde (por ejemplo, las bombas de calor generalmente dependen de la electricidad para alimentar el compresor y otros sistemas internos, y es probable que al menos parte del tiempo la electricidad necesaria provenga de fuentes no renovables);

una tercera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario en la salida se puede mantener utilizando solo energía del depósito de energía térmica o de la fuente de energía renovable: la categoría menos verde (por ejemplo, las bombas de calor generalmente dependen de la electricidad para alimentar el compresor y otros sistemas internos, y es probable que al menos parte del tiempo la electricidad necesaria provenga de fuentes no renovables).

En base a estas consideraciones, la luz es preferiblemente de color verde o azul para la primera categoría y roja para la segunda categoría y opcionalmente ámbar o amarilla para la tercera categoría. Es posible que un sistema de dos categorías sea atractivo para algunos usuarios, ya que es más fácil de entender y puede haber poco interés en utilizar más de dos clases. En tal situación, se prefieren el verde y el rojo, como se indicó anteriormente, porque su significado suele ser fácil de entender, aunque se pueden elegir otros pares de colores para hogares en los que hay alguien daltónico, por ejemplo, usar azul en lugar de verde para combinar con el rojo. Por lo general, tres clases es el número con el que los usuarios se sienten cómodos. Aquí la metáfora convencional del semáforo se entiende fácilmente y generalmente se considera intuitiva.

Además de clasificar la energía utilizada en función de la fuente de energía, el método y el sistema también pueden implicar la determinación de una tasa de uso de energía que corresponda al caudal y a la selección de corriente, y proporcionar a la fuente de luz remota una señal basada en la tasa de uso de energía determinada. A la hora de pensar en economizar y reducir el consumo energético, la velocidad a la que se utiliza la energía puede ser tan importante como la fuente de la misma, y por ello resulta muy atractivo permitir que la fuente de luz lo señale al usuario. Se podrían indicar diferentes tasas de consumo de energía mediante el uso de diferentes colores, ya sea en sentido absoluto si se elige no usar color para indicar la fuente de energía, o superponiendo un factor de color adicional en la elección de color que refleje la fuente de energía que se utiliza. Por ejemplo, si la fuente de energía es el acumulador de energía térmica, de modo que el procesador envía señales a la fuente de luz para mostrar un color verde, se podría usar un verde más oscuro o más azul para indicar una menor tasa de uso de energía, mientras que una mayor tasa de uso de energía podría usar un tono de verde más pálido o más amarillento. De un modo similar, si el agua que se suministra a la salida se calentara mediante el calentador de agua auxiliar 106 y la fuente de luz se controlara para mostrarse en rojo, una tasa de uso de energía más baja podría mostrar un rojo más anaranjado, mientras que una tasa de uso de energía más alta podría mostrar un rojo más profundo.

El procesador puede estar configurado adicionalmente o como alternativa para determinar el consumo de energía frente a un rango predeterminado de consumo de energía y señalizar a una fuente luminosa remota visible en las

proximidades de la salida un color basado en el consumo de energía determinado es posible, por ejemplo, proporcionar una indicación de color cuyo color varía de forma continua o casi continua a medida que cambia la tasa de consumo de energía. En muchos casos, sin embargo, puede ser preferible utilizar cambios escalonados de color o indicar cambios entre categorías, porque esto puede tener un mayor impacto visual y, por lo tanto, psicológico, que los cambios suaves de colores. El procesador 111 programado adecuadamente puede estar provisto de un rango predeterminado de consumo de energía para una instalación asignada a un rango de colores correspondiente, de modo que para cualquier uso de energía determinado puede seleccionarse un color correspondiente y su identidad, o más típicamente un código para su identidad, señalizada a una o más fuentes de luz remotas.

Como alternativa, la tasa de uso de energía puede indicarse modulando la fuente de luz a una tasa de modulación basada en la tasa de consumo de energía determinada. La modulación de la fuente de luz con una profundidad de modulación (por ejemplo, reduciendo el brillo máximo en una cantidad en cualquiera de los rangos de 10 % a 100 %, o 20 % a 90 %, preferiblemente en el rango de 30 % a 70 %, por ejemplo, en un 50 %) y a una velocidad perceptible para un usuario, por ejemplo, a una velocidad de unos pocos Hz a fracciones de Hz (por ejemplo, pulsando la luz cada pocos segundos), en función de la tasa de uso de energía determinada, permite que un usuario esté al tanto de la velocidad a la que su uso de agua caliente está utilizando energía. Al proporcionar en efecto un pulso visible cuya frecuencia aumenta con la tasa de uso de energía, puede incentivarse al usuario a reducir el caudal de agua caliente, reduciendo así la tasa de uso de energía y, por lo tanto, ralentizando el pulso visible. La fuerza del “mensaje” entregado por la luz pulsada puede variarse variando la profundidad de modulación utilizada: una mayor profundidad de modulación significa una mayor oportunidad de reducir la tasa de uso de energía.

En una opción adicional, que podría utilizarse además de las opciones precedentes, el método puede comprender además determinar el coste unitario de energía que se está utilizando para calentar el agua que se suministra a la salida de agua caliente, y proporcionar a la fuente de luz remota una señal basada en el coste unitario de energía determinado. El procesador 111 está preferiblemente conectado a Internet o configurado de otro modo para recibir descargas de datos, de modo que el procesador puede recibir datos actualizados sobre tarifas de electricidad y cualquier otra fuente de energía en red, y preferiblemente también datos meteorológicos, incluyendo datos de predicción. El procesador también está provisto de datos para el coste de funcionamiento de la fuente de energía renovable, por ejemplo la cantidad de electricidad utilizada para hacer funcionar la bomba de calor, o para hacer funcionar la instalación de calentamiento solar de agua (que puede incluir una bomba eléctrica y electrónica de control), y también conoce cualquier capacidad de generación de electricidad local y el momento y la cantidad de energía generada. De esta manera, el procesador es capaz de calcular un coste de energía almacenada en el acumulador de energía térmica, un coste actual para hacer funcionar la fuente de energía renovable, y un coste para utilizar el calentador de agua auxiliar acoplado a un suministro de energía de red. Basándose en estos datos de costes, el procesador 111 es capaz de determinar el coste unitario de energía que se está utilizando para calentar el agua que se suministra a la salida de agua caliente, y proporcionar la fuente de luz remota con una señal basada en el coste unitario de energía determinado. Una propiedad de la luz emitida desde la fuente de luz 150 o 160 puede utilizarse para representar el coste unitario de energía determinado en función de la señal recibida desde el procesador. Por ejemplo, la saturación de color de la fuente de luz puede basarse en la tasa de consumo de energía determinada.

La fuente de luz 150 puede estar integrada en una luz de la habitación, de modo que un usuario de la salida de agua caliente pueda conocer fácilmente la información transportada por la luz desde la fuente de luz, y que refleje la información enviada desde el controlador 111. Si la fuente de luz 150 incluye una bombilla "inteligente", la bombilla inteligente puede iluminarse basándose en señales del procesador 111 incluso si el usuario no ha encendido la luz, de modo que incluso durante el día, el usuario puede estar al tanto de la información suministrada por el procesador 111.

La fuente de luz 150 también puede estar dispuesta para proporcionar iluminación ambiental, y el tono o color de la luz de la fuente de luz puede cambiarse en respuesta a la señalización y la información enviadas desde el procesador 111.

Adicionalmente o como alternativa, la fuente de luz puede estar dispuesta para proyectar luz en agua que emerge de la salida de agua caliente, como se muestra esquemáticamente en la Figura 1. La luz de la fuente de luz 160 se lanza preferiblemente al agua de manera que la luz es guiada por la reflexión interna total dentro de una corriente de agua que emerge de la salida 102, aunque en lugar de ello puede simplemente estar dispuesta para que aparezca en el agua que fluye desde la salida.

En cualquiera de estas configuraciones o disposiciones, la fuente de luz puede comprender uno o más LED RGB.

La Figura 2 es un dibujo simplificado que muestra esquemáticamente un acumulador de energía térmica 104 en forma de un banco de energía, junto con una fuente de energía renovable 105 asociada en forma de una bomba de calor. Para simplificar y facilitar la explicación, la Figura 2 se centra en la interrelación de estos dos dispositivos, y no muestra en detalle el calentador de agua auxiliar y la válvula mezcladora 109 del dispositivo de la Figura 1, en cambio estos están representados por el elemento 170, y debe entenderse que la relación entre el acumulador de energía térmica, la fuente de energía renovable y el calentador de agua auxiliar de la Figura 1 también existe en la disposición mostrada en la Figura 2.

El banco de energía 10 comprende un recinto 12 e incluye un intercambiador de calor. Dentro del recinto 12 se encuentran un circuito del lado de entrada 14 del intercambiador de calor para la conexión a una fuente de energía renovable, mostrada aquí como una bomba de calor 16, y un circuito del lado de salida 18 del intercambiador de calor

para la conexión a un sumidero de energía, mostrado aquí como un sistema de suministro de agua caliente conectado a una alimentación de agua fría 20 y que incluye una o más salidas 102. También dentro del recinto 12 hay un material de cambio de fase (PCM) para el almacenamiento de energía como calor latente (y también como calor sensible). El banco de energía 10 también incluye uno o más sensores de estado 24, para proporcionar una medicación indicativa del estado del PCM. Por ejemplo, uno o más de los sensores de estado 24 pueden ser un sensor de presión para medir la presión dentro del recinto. Preferiblemente, el recinto también incluye uno o más sensores de temperatura 26 para medir temperaturas dentro del material de cambio de fase. Si, como se prefiere, se proporcionan múltiples sensores de temperatura dentro del PCM, estos están preferiblemente separados de la estructura de los circuitos de entrada y salida del intercambiador de calor, y separados adecuadamente dentro del PCM para obtener una buena "imagen" del estado del PCM.

El banco de energía 10 tiene un controlador de sistema asociado 28 que incluye un procesador 111. Puede estar integrado en el banco de energía 10, pero más típicamente se monta por separado.

El controlador 28 también puede estar provisto de un módulo de interfaz de usuario 31, como una unidad integrada o separada, o como una unidad que puede montarse de forma desmontable en un cuerpo que contiene el controlador 28. El módulo de interfaz de usuario 31 incluye normalmente un panel de visualización y un teclado, por ejemplo, en forma de una pantalla sensible al tacto. El módulo de interfaz de usuario 31, si está separado o es separable del controlador 28 preferiblemente incluye una capacidad de comunicación inalámbrica para permitir que el procesador 111 del controlador 28 y el módulo de interfaz de usuario se comuniquen entre sí. El módulo de interfaz de usuario 31 puede utilizarse para mostrar información del estado del sistema, mensajes, consejos y advertencias al usuario, y para recibir entradas y comandos de usuario, tales como instrucciones de inicio y parada, ajustes de temperatura, anulaciones del sistema, etc.

El sensor o sensores de estado están acoplados al procesador 111, al igual que el sensor o sensores de temperatura 26 si están presentes. El procesador 111 también está acoplado a un procesador/controlador 32 en la bomba de calor 16, ya sea a través de una conexión por cable o inalámbricamente utilizando transceptores asociados 110 y 36, o a través de una conexión por cable e inalámbrica. De esta manera, el controlador del sistema 28 puede enviar instrucciones, tales como una instrucción de inicio y una instrucción de parada, al controlador 32 de la bomba de calor 16. De la misma manera, el procesador 111 también es capaz de recibir información del controlador 32 de la bomba de calor 16, tal como actualizaciones de estado, información de temperatura, etc.

La instalación de suministro de agua caliente también incluye uno o más sensores de flujo 38 que mide el flujo en el sistema de suministro de agua caliente. Como se muestra, dicho sensor de flujo puede proporcionarse en la alimentación de agua fría 20 al sistema, y o entre la salida del circuito del lado de salida 18 del intercambiador de calor. Opcionalmente, también puede incluirse uno o más sensores de presión en el sistema de suministro de agua caliente, y de nuevo en el sensor o sensores de presión pueden proporcionarse aguas arriba del intercambiador de calor/banco de energía, y/o aguas abajo del intercambiador de calor/banco de energía, por ejemplo junto con uno o más del uno o más sensores de flujo 38. El o cada sensor de flujo, el o cada sensor de temperatura, y el o cada sensor de presión están acoplados al procesador 111 del controlador del sistema 28 con una o ambas conexiones por cable o inalámbricas, por ejemplo utilizando uno o más transmisores o transceptores inalámbricos 40. Dependiendo de la naturaleza o las naturalezas de los diversos sensores 24, 26, y 38, también pueden ser interrogables por el procesador 30 del controlador del sistema 28.

Opcionalmente, como se muestra, el banco de energía 10 puede incluir, dentro del recinto 12, un elemento de calentamiento eléctrico 42 que es controlado por el procesador 111 del controlador del sistema 28, y que en ocasiones puede utilizarse como un alternativa a la bomba de calor 16 para recargar el banco de energía.

La Figura 2 es simplemente un esquema y solo muestra la conexión de la bomba de calor a una instalación de suministro de agua caliente. Se apreciará que en muchas partes del mundo existe la necesidad de calefacción de espacios además de agua caliente. Normalmente, por lo tanto, la bomba de calor 16 también se utilizará para proporcionar calefacción a los espacios. Más adelante en la solicitud se describirá una disposición ejemplar en la que una bomba de calor proporciona calefacción espacial y funciona con un banco de energía para calentar agua. Para facilitar la descripción, la siguiente descripción de un método de funcionamiento de un banco de energía, por ejemplo como se ilustra en la Figura 2, se aplica igualmente a la instalación del banco de energía independientemente de si la bomba de calor asociada proporciona calefacción de espacios o no.

A continuación se describirá un método de control de una instalación que no forma parte de la invención con referencia a la Figura 3. La Figura 3 es un diagrama de flujo simplificado que ilustra varias acciones realizadas por un procesador asociado con una instalación similar a la descrita anteriormente.

El método comienza en 320 con la generación de una determinación de la cantidad de energía almacenada como calor latente en el material de cambio de fase, basándose en la información de uno o más de los sensores de estado 24.

Después, en la etapa 330, basándose al menos en parte en esa determinación, el procesador decide si proporciona una señal de inicio a la bomba de calor. Más adelante en la memoria descriptiva se introducen y analizan diversos factores que el procesador puede tener en cuenta además del estado del PCM.

La Figura 4 es otro diagrama de flujo simplificado que ilustra varias acciones realizadas por un procesador asociado

con una instalación similar a la descrita anteriormente.

El método comienza en 400 con el procesador recibiendo una señal que indica la apertura de una salida del sistema de suministro de agua caliente. La señal puede provenir, por ejemplo, de un sensor de flujo 38 en el sistema de suministro de agua caliente, o en la alimentación de agua fría al sistema de agua caliente. En 402 el procesador estima una demanda de agua caliente del sistema de suministro de agua caliente, basándose, por ejemplo, en una identidad o tipo de salida que se ha abierto, o basándose en un caudal instantáneo. El procesador compara la demanda estimada con un primer nivel de demanda umbral. Si la demanda estimada es superior al primer nivel de demanda umbral, el procesador genera en 404 un mensaje de inicio de la bomba de calor. Si la demanda estimada está por debajo del primer nivel de demanda umbral, el procesador compara la demanda estimada con un segundo nivel de demanda umbral, inferior al primero. Si la demanda estimada está por debajo del segundo nivel de demanda umbral, el procesador determina en 406 no generar un mensaje de inicio de la bomba de calor.

Si la demanda estimada se encuentra entre el primer y el segundo nivel de demanda umbral, el procesador tiene en cuenta el nivel de almacenamiento de energía del banco de energía. Esto puede implicar que el procesador establezca nuevamente el nivel de almacenamiento de energía del banco de energía, o el procesador puede usar información generada recientemente sobre el nivel de almacenamiento de energía del banco de energía.

Si la determinación 408 del nivel de almacenamiento de energía para el banco de energía es mayor que un primer umbral de nivel de almacenamiento de energía, el procesador determina en 406 no generar un mensaje de inicio de bomba de calor. Por el contrario, si la determinación del nivel de almacenamiento de energía para el banco de energía es menor que el primer umbral de nivel de almacenamiento de energía, el procesador determina generar un mensaje de inicio de bomba de calor en 404.

A continuación se describirá un método de control de una instalación que no forma parte de la invención similar al descrito anteriormente, con referencia a la Figura 5. La Figura 5 es un diagrama de flujo simplificado que ilustra varias acciones realizadas por un procesador asociado con un banco de energía como el que se ilustra en la Figura 2. El proceso comienza en la etapa 500 cuando el procesador 111 detecta un flujo de agua en el sistema de suministro de agua caliente. La detección se basa preferiblemente en datos de un sensor de flujo tal como el sensor de flujo 38 de la Figura 2, pero alternativamente podría basarse en datos de un sensor de presión en el sistema de suministro de agua caliente. El sensor relevante puede configurarse de forma continua para suministrar datos de medición al procesador 111, o puede configurarse únicamente para informar cambios en los datos de medición, o el procesador puede leer de forma continua o periódica (por ejemplo, al menos una vez por segundo) el o los sensores relevantes.

En la etapa 502, el procesador 111 determina si el caudal indicado por los datos de los sensores indica un caudal alto o bajo, por ejemplo por encima o por debajo de un umbral particular. El procesador puede utilizar más de un umbral para categorizar el caudal como alto, medio o bajo, o las categorías podrían incluir muy alto, alto, medio y bajo. También puede existir una categoría de caudal muy bajo o de mínimo. El procesador 111 también puede recibir información (por ejemplo, en forma de una base de datos, modelo o MLA) acerca de los caudales y las firmas de flujo para cada una de las salidas 22, o cada uno de los tipos de salida, del sistema de suministro de agua caliente (por ejemplo, utilizando una técnica como la que se describe más adelante en esta solicitud de patente), caracterizando entonces el procesador el caudal detectado como asociado con una salida particular de las 22 o un tipo particular (salida de ducha, salida de bañera, salida de fregadero de cocina, salida de lavabo, salida de lavamanos, por ejemplo).

Si la determinación indica que la demanda de agua caliente es baja 503, el procesador entonces, en el paso 504, toma en cuenta el estado del banco de energía 10, basándose en la información de al menos el sensor de estado 24. El procesador 111 puede interrogar al sensor de estado 24 (por ejemplo, un sensor de presión) en esta etapa, o puede verificar un estado de banco de energía actualizado recientemente, determinando en cualquier caso si el banco de energía está en un estado de alta energía 505 (con una gran proporción de la capacidad de calor latente potencial del banco de energía disponible para su uso) o en un estado de baja energía 506 (con una pequeña proporción de la capacidad de calor latente potencial del banco de energía disponible para su uso). El procesador también puede tener en cuenta la información de los sensores de temperatura 26, por ejemplo para tener en cuenta la energía sensible almacenada en el banco de energía 10. Si el procesador 111 determina un estado de alta energía, el procesador determina no enviar una instrucción de inicio a la bomba de calor y el proceso finaliza en 507. Si el procesador 111 determina un estado de baja energía, el procesador puede entonces determinar en 506 enviar 522 una instrucción de inicio a la bomba de calor.

Si la determinación indica que la demanda de agua caliente es alta 508, el procesador puede entonces, en el paso 509, tomar en cuenta el estado del banco de energía 10, basándose en la información de al menos el sensor de estado 24. El procesador 111 puede interrogar al sensor de estado 24 en esta etapa, o puede verificar un estado de banco de energía actualizado recientemente, determinando en cualquier caso si el banco de energía está en un estado de alta energía 510 (con una gran proporción de la capacidad de calor latente potencial del banco de energía disponible para su uso) o en un estado de baja energía 512 (con una pequeña proporción de la capacidad de calor latente potencial del banco de energía disponible para su uso).

El procesador también puede tener en cuenta la información de los sensores de temperatura 26, por ejemplo para tener en cuenta la energía sensible almacenada en el banco de energía 10. Si el procesador 111 determina un estado de alta energía 510, el procesador determina opcionalmente una demanda de agua caliente prevista en el paso 514. Pero el procesador puede configurarse alternativamente para emitir una instrucción para iniciar la bomba de calor en 522 basándose simplemente en la magnitud del caudal y sin predecir la demanda de agua caliente (como lo indica la

flecha cruzada 511).

En la etapa 514, el procesador 111 puede tener en cuenta la identidad determinada (es decir, una salida particular) o el tipo de salida de agua para predecir la demanda de agua caliente. Por ejemplo, si la salida está identificada como la salida del fregadero de la cocina, es poco probable que el grifo permanezca abierto durante más de 30 segundos a un minuto. Por el contrario, si la salida es un grifo de baño, es probable que el grifo permanezca abierto durante varios minutos con una demanda de quizás 120 a 150 litros de agua caliente.

En la primera situación, el procesador 111 determinará en 516 no enviar una señal de inicio a la bomba de calor, sino que finalizará el proceso o, más preferiblemente, continuará monitoreando el caudal en 518 para ver cuánto tiempo continúa el flujo. Si el flujo se detiene dentro del tiempo previsto, el proceso finaliza en 520, pero si el flujo de agua continúa durante más tiempo del previsto, el procesador vuelve al paso 509 en 519. En la segunda situación, el procesador 111 determinará en 521 enviar 522 una señal de inicio a la bomba de calor (y la flecha 511 indica una decisión de iniciar la bomba de calor basándose simplemente en el caudal instantáneo o en la identificación de la salida (o tipo de salida) como asociada con la extracción de volúmenes significativos de agua caliente del sistema de suministro de agua caliente).

Después de iniciar la bomba de calor en 522 (ya sea a partir de la determinación en 506 o en 521), el procesador 111 continúa en 524 monitoreando (periódicamente o continuamente) el estado del banco de energía, hasta que el estado alcanza un cierto nivel umbral de carga 525, en el cual el procesador envía una señal 526 para apagar la bomba de calor.

La Figura 6 es otro diagrama de flujo simplificado que no forma parte de la invención y que ilustra diversas acciones realizadas por un procesador asociado con el banco de energía, tal como el procesador 111 de la Figura 2. A diferencia del método descrito con referencia a la Figura 5, el método de la Figura 6 no depende de la detección de una llamada de agua caliente, es decir, no depende de la apertura de una salida del sistema de agua caliente. En general, la Figura 6 ilustra un método para controlar una instalación similar a la descrita anteriormente, comprendiendo el método generar una determinación de la cantidad de energía almacenada como calor latente en el material de cambio de fase; y basándose en esa determinación, decidir si se debe proporcionar una señal de inicio a la bomba de calor. Aunque, como se verá, puede tener lugar un paso opcional pero preferido entre el paso de generar una determinación de la cantidad de energía almacenada como calor latente en el material de cambio de fase y la etapa de, en función de esa determinación, decidir si debe proporcionarse una señal de inicio a la bomba de calor.

El método comienza en la etapa 600 con el procesador 111 estimando la cantidad de energía almacenada en el material de cambio de fase del banco de energía 10 como calor latente. La cantidad de calor puede ser una cantidad absoluta en kilojulios, pero también puede ser simplemente una medida de la proporción de la capacidad calorífica latente potencial actualmente disponible. En otras palabras, el procesador puede determinar eficazmente la proporción del material de cambio de fase que todavía está en la fase con el estado de energía más alto. Así, por ejemplo, si el material de cambio de fase es una cera de parafina, con un cambio de fase de líquido a sólido, la fase líquida es la fase de mayor energía, incorporando el calor latente de fusión, y la fase sólida es la fase de menor energía, habiéndose perdido el calor latente de fusión en la solidificación.

Si el procesador determina que la cantidad de energía almacenada como calor latente es suficiente 602, es decir, excede algún umbral predeterminado, el método pasa al paso 604 en el que el proceso se detiene y el procesador espera la siguiente verificación 600.

Si el procesador determina que la cantidad de energía almacenada como calor latente no es suficiente 606, es decir, está en o por debajo de un umbral predeterminado, el método pasa a la etapa 608. En la etapa 608, el procesador determina la probabilidad de una demanda significativa de agua caliente dentro de un período de tiempo próximo (por ejemplo, dentro de la próxima media hora, hora, 2, 3 o 4 horas). El período de tiempo considerado es un factor de la capacidad térmica del banco de energía, el tamaño del déficit de energía determinado y la capacidad de la bomba de calor para recargar el banco de energía en esas circunstancias. Se apreciará que el período de demanda considerado debe ser lo suficientemente grande para permitir que la bomba de calor recargue el banco de energía lo suficiente dentro del período para que el banco de energía esté cargado de manera óptima (posiblemente completamente cargado) para poder hacer frente a la demanda prevista o anticipada. Por el contrario, la bomba de calor no se debe utilizar para recargar el banco de energía con tanta antelación a la demanda de energía esperada/prevista porque el banco de energía perderá una cantidad significativa de energía por radiación, conducción o convección.

El procesador puede confiar en una base de datos, un modelo, un calendario o un cronograma, y todos ellos pueden incluir comportamientos aprendidos y patrones de comportamiento, y eventos programados (como ausencias programadas o eventos programados para alguna otra ubicación). El procesador también puede tener acceso a informes meteorológicos locales, por ejemplo proporcionados (enviados o recibidos) a través de Internet o en una transmisión de radio, y/o un termómetro externo.

Si el procesador determina 610 que hay una baja probabilidad de una demanda significativa de agua caliente dentro del período, el método pasa al paso 604 en el que el proceso se detiene y el procesador espera la siguiente verificación 600.

Si el procesador determina 612 que hay una alta probabilidad de una demanda significativa de agua caliente dentro del período, el método pasa al paso 614 en el que se enciende la bomba de calor: por ejemplo, el procesador 30 envía

una instrucción a la bomba de calor 16, de modo que el procesador 32 de la bomba de calor inicia el procedimiento de arranque de la bomba de calor, después de lo cual la bomba de calor comienza a suministrar calor al lado de entrada del intercambiador de calor, poniendo así energía en el material de cambio de fase. Después, en la etapa 616, el procesador determina repetidamente si ahora hay suficiente energía almacenada en el banco de energía como calor latente del material de cambio de fase. Una vez que el procesador ha determinado 618 que ahora hay suficiente energía almacenada en el banco de energía como calor latente del material de cambio de fase, el método pasa a la etapa 620 y se apaga la bomba de calor, por ejemplo, mediante el procesador 30 enviando una instrucción adecuada. Mientras el procesador 622 determine que no se ha almacenado suficiente energía, el método continúa.

Volviendo a la Figura 2, en lugar de o además de proporcionar uno o más sensores de estado 24 para medir la presión dentro del recinto, se pueden proporcionar otros tipos de sensores para medir las propiedades ópticas, tales como transparencia, absorción, refracción, índice de refracción, del PCM, porque varios de estos cambian con las transiciones de fase en el PCM. Además, varias de estas propiedades pueden exhibir una dependencia de la longitud de onda que cambia con un cambio de fase.

Por lo tanto, el banco de energía puede comprender además una o más fuentes ópticas para lanzar luz hacia el material de cambio de fase, y los uno o más sensores de estado 24 pueden incluir un dispositivo de detección óptica para detectar la luz lanzada desde la fuente o las fuentes ópticas después de que la luz haya pasado a través del material de cambio de fase. El cambio entre fases en el material de cambio de fase da lugar a cambios reversibles en propiedades ópticas del material de cambio de fase, y por tanto, la observación de las propiedades ópticas del PCM puede utilizarse para obtener información sobre el estado del PCM. Preferiblemente, las propiedades ópticas del PCM se observan en varias áreas del PCM, y preferiblemente en diferentes direcciones dentro del material. Por ejemplo, las fuentes ópticas y los sensores pueden estar dispuestos de modo que la luz de las fuentes pase longitudinalmente a través del PCM en una o más posiciones, y otras fuentes y sensores pueden estar dispuestos de modo que la luz de las fuentes pase transversalmente a través del PCM en una o más posiciones y en una o más orientaciones (a través del ancho y/o a través del espesor).

Las fuentes ópticas pueden controlarse para producir luz de diferentes colores y los dispositivos de detección óptica pueden configurarse para detectar al menos algunos de los diferentes colores. Al seleccionar colores de luz adecuados, en función del PCM particular elegido para cualquier aplicación, puede ser posible determinar con mayor precisión hasta qué punto ha cambiado la fase del PCM.

Preferiblemente, la fuente óptica comprende una pluralidad de dispositivos activables por separado.

El acoplamiento del dispositivo de detección óptica a un procesador que está configurado para estimar una cantidad de energía almacenada en el material de cambio de fase basándose en la información recibida del dispositivo de detección óptica proporciona un medio para determinar la cantidad de energía almacenada como calor latente dentro del PCM, y esta información puede utilizarse para controlar la bomba de calor. En particular, dicha información puede hacer posible un uso más eficiente y apropiado de la bomba de calor en la carga del banco de energía del PCM.

Como opción adicional, el uno o más sensores de estado 24 para proporcionar datos de medición indicativos de la cantidad de energía almacenada como calor latente en el material de cambio de fase pueden incluir una fuente acústica configurada para lanzar sonido al material de cambio de fase, y un dispositivo de detección adjunto para detectar el sonido lanzado desde la fuente acústica después de que el sonido haya pasado a través del material de cambio de fase. El cambio entre fases en el material de cambio de fase da lugar a cambios reversibles en las propiedades de absorción del material de cambio de fase y, por lo tanto, la observación de las propiedades ópticas del PCM pueden utilizarse para obtener información sobre el estado del PCM. La fuente acústica puede configurarse para producir ultrasonidos.

La Figura 7 muestra esquemáticamente una instalación de suministro de agua en un edificio 700 que no forma parte de la invención que tiene una pluralidad de salidas de agua controlables (varios grifos y duchas que se describirán con más detalle más adelante), un suministro de agua 105, y en una trayectoria de flujo de agua entre el suministro de agua 105 y la pluralidad de salidas de agua controlables, al menos un dispositivo de medición de flujo 110 y al menos un regulador de flujo 115, y un procesador 140 conectado operativamente al menos un dispositivo de medición de flujo 110 y al menos un regulador de flujo 115. La instalación de suministro de agua ilustrada representa una vivienda con un baño principal 121, un primer cuarto de baño en suite 122, un segundo cuarto de baño en suite 123, un guardarropa 124 y una cocina 125. El baño principal y el primer cuarto de baño en suite pueden estar en un piso de la vivienda, mientras que el guardarropa, el segundo baño en suite y la cocina pueden estar en otro piso de la vivienda.

En dicha situación, puede ser conveniente tener, como se muestra, dos circuitos separados, 130 y 131, para suministrar agua a las distintas salidas.

Se muestra que el baño principal 121 incluye una salida de ducha 135, un grifo de bañera 136 y un grifo 137 para un lavabo. Los cuartos de baño en suite 122 y 123 también incluyen una salida de ducha 135 y un grifo 137 para un lavabo. Por el contrario, el guardarropa contiene únicamente un inodoro (no mostrado) y un lavabo con grifo 138. Por último, la cocina dispone de un fregadero con grifo 139.

Un procesador, o controlador de sistema, 140, con una memoria asociada 141, está acoplado al menos a un dispositivo de medición de flujo 110 y al menos a un regulador de flujo 115. Se apreciará que cada uno de los dos circuitos 130 y 131 está provisto de un respectivo dispositivo de medición de flujo 110 y un regulador de flujo 115. El procesador

también está conectado opcionalmente a uno o más sensores de temperatura 143, uno para cada uno de los circuitos 130 y 131. Este procesador puede estar asociado a un banco de energía como se ha descrito anteriormente.

El procesador también está acoplado a un transceptor de RF 142, que incluye al menos un transmisor de RF y al menos un receptor de RF, para comunicación bidireccional a través de Wi-Fi, Bluetooth o similar, y preferiblemente también a Internet 144 para conexión a un servidor o estación central 145, y opcionalmente a una red de radio celular (tal como LTE, UMTS, 4G, 5G, etc.). Por medio del transceptor RF 142 y/o la conexión a Internet, el procesador 140 puede comunicarse con un dispositivo móvil 149, que puede ser, por ejemplo, un teléfono inteligente o una tableta, para que un ingeniero de instalaciones lo utilice en el mapeo de la instalación de suministro de agua en el interior del edificio. El dispositivo móvil 149 incluye software, tal como una aplicación específica, que coopera con el software correspondiente en el controlador del sistema 140 y también potencialmente dentro del servidor 145, para facilitar los métodos de mapeo según las realizaciones de la invención, y en particular para sincronizar las acciones tomadas por el ingeniero con un reloj del controlador del sistema 140/servidor 145. La memoria 141 contiene código para permitir que el procesador realice un método de mapeo de un procesador de instalación de suministro de agua dentro de un edificio, por ejemplo durante un proceso de puesta en servicio de una nueva instalación. A modo de descripción, considérese la Figura 7 para mostrar una instalación de suministro de agua caliente, aunque igualmente podría ser una instalación de suministro de agua fría.

Durante el proceso de puesta en servicio, el procesador/controlador del sistema 140 le solicitará a un ingeniero que defina todas las salidas de agua caliente (por ejemplo, grifo, ducha, baño, cocina). El controlador del sistema solicitará al ingeniero que abra completamente cada una de las salidas (grifos, salidas de ducha, etc.) y monitoreará el caudal de agua resultante, mediante el correspondiente dispositivo de medición de caudal 110. Durante este proceso, el dispositivo de medición de flujo relevante 110 medirá el flujo de agua y el procesador recibirá estos datos y agregará los resultados a una base de datos. Con base en esta información, el sistema posteriormente podrá proporcionar el flujo más eficiente en cada grifo individual, controlando el dispositivo de control de flujo correspondiente 115, cuando se abra cualquier salida.

A continuación se describirá un método para mapear una instalación de suministro de agua dentro de un edificio que no es parte de la invención, con referencia a la Figura 7. El método comprende abrir una primera de la pluralidad de salidas de agua controlables y procesar señales del al menos un dispositivo de medición de flujo 110 con el procesador 140 al menos hasta que se determine una primera característica de flujo, y después cerrar la primera de la pluralidad de salidas de agua controlables. La apertura de la primera de la pluralidad de salidas de agua controlables es ordenada preferiblemente por el procesador o controlador del sistema 140 enviando un mensaje al dispositivo móvil 149 transportado por el ingeniero correspondiente. Por ejemplo, la instrucción puede enviarse por Wi-Fi y decirle al ingeniero que abra el grifo del baño caliente 136 en el baño principal 121. El ingeniero, llevando el dispositivo móvil 149, se dirige después al baño principal y abre completamente el grifo del baño caliente 136. El dispositivo móvil puede proporcionar al ingeniero una indicación, preferiblemente audible y con una cuenta regresiva, para indicarle exactamente cuándo abrir el grifo. Como alternativa, la aplicación en el dispositivo móvil puede configurarse para aceptar una entrada del ingeniero, como presionar o soltar un botón, en el momento en que se abre el grifo 136. En cualquier caso, la aplicación puede capturar una hora local para el aviso o el momento y luego enviar esta hora local, junto con la identidad de la salida controlable relevante, al controlador del sistema 140 o al servidor 145. De esta manera, pueden tenerse en cuenta los retrasos en la llegada de la instrucción al dispositivo móvil 149 o en el momento en que la instrucción llega al controlador 140 o al servidor 145 (el dispositivo móvil 149 y el controlador del sistema 140 pasan preferiblemente por algún procedimiento de protocolo de enlace, ya sea antes o después del proceso de mapeo, de modo que puedan eliminarse los desfases entre los relojes de los dos dispositivos o también se puedan tener en cuenta).

Después, el ingeniero puede recorrer las instalaciones seleccionando una identidad de salida de una lista o menú en la aplicación, o introduciendo un identificador inequívoco y abriendo sucesivamente cada una de las salidas. O es posible que el controlador del sistema ya haya recibido una lista de todos los grifos, etc. (generalmente, “salidas controlables”) y puede solicitar al ingeniero, enviando otro mensaje al dispositivo móvil 149, que vaya a la salida correspondiente. La aplicación incluye preferiblemente la opción para que el ingeniero envíe un mensaje al controlador del sistema 140 / servidor 145 de que está en su lugar y listo para recibir una instrucción para abrir la siguiente salida controlable. Después, el proceso se repite para cada una de las otras salidas de agua caliente, hasta que todas las salidas y sus características de flujo (es decir, el retraso antes de que se detecte el flujo, la velocidad de aumento del flujo, la velocidad de flujo máxima y cualquier otra característica identificable) se hayan capturado y almacenado en una base de datos. Al utilizar las características almacenadas en la base de datos, el procesador 140 puede después identificar la apertura de una particular de la pluralidad de salidas de agua controlables basándose en la similitud de una característica de flujo detectada con una característica de flujo respectiva.

El procesador también dispone de algunas reglas relativas a los caudales preferidos y, opcionalmente, a las duraciones del caudal, en función del tipo de salida (grifo de baño, grifo de cocina, grifo de lavabo, grifo de guardarropa) y su ubicación (baño principal, baño en suite, habitación de niño, habitación de adulto, guardarropa, cocina, por ejemplo), y utiliza estas reglas, junto con la identidad de la salida reconocida a partir de las características de caudal detectadas, para determinar un caudal objetivo. El caudal objetivo es entonces impuesto por el controlador del sistema 140 controlando el controlador de flujo relevante 115, y preferiblemente monitoreado por el dispositivo de medición de flujo correspondiente 110. De esta manera, al controlar al menos un regulador de flujo, en función de la identificación de la salida relevante, el procesador 140 puede controlar un suministro de agua a la salida de agua controlable identificada.

Cada una de las respectivas características de flujo puede incluir un respectivo caudal estable. El método puede

entonces comprender además configurar el procesador 140 para controlar el al menos un regulador de flujo 115 para imponer al menos un corte del 10 % en el caudal a cada una de la pluralidad de salidas de agua controlables, en función del respectivo caudal estable. Opcionalmente, el método puede comprender además configurar el procesador 140 para controlar el al menos un regulador de flujo 115 para imponer al menos un corte del 10 % en el caudal, basado en el respectivo caudal estable, a cualquiera de la pluralidad de salidas de agua controlables cuyo respectivo caudal estable sea mayor a 7 litros por minuto. Esto es de particular aplicación para grifos que sirven a lavabos en baños, cuartos de baño en suite y, más particularmente, guardarropas, donde los grifos se utilizan a menudo en gran medida para proporcionar agua para lavarse las manos, lo que se puede lograr de manera efectiva con caudales bastante modestos.

La técnica descrita anteriormente para mapear una instalación de suministro de agua caliente se puede utilizar para completar una base de datos o entrenar una lógica, como una red neuronal o un algoritmo de aprendizaje automático (MLA), que puede ser utilizado por un procesador asociado con un banco de energía como se ha descrito anteriormente, de modo que el procesador pueda identificar mejor una salida o un tipo de salida en particular a partir del comportamiento del flujo detectado y, por lo tanto, estimar más fácilmente una demanda de agua caliente de un suministro de agua caliente. Esto a su vez puede mejorar la eficiencia del control de la bomba de calor y del uso del banco de energía.

Después de haber descrito un banco de energía y la instalación y el funcionamiento de un banco de energía en una instalación de suministro de agua caliente, ahora consideraremos cómo el banco de energía y la bomba de calor pueden integrarse tanto en un sistema de suministro de agua caliente como en un sistema de calefacción de espacios.

La Figura 8 muestra esquemáticamente una disposición potencial de componentes de una unidad de interfaz 10, que no forma parte de la invención.

La unidad de interfaz interactúa entre una bomba de calor (no se muestra en esta figura) y un sistema de agua caliente dentro del edificio. La unidad de interfaz incluye un intercambiador de calor 12 que comprende un recinto (no numerado por separado) dentro del cual hay un circuito del lado de entrada, mostrado en forma muy simplificada como 14, para la conexión a la bomba de calor, y un circuito del lado de salida, nuevamente mostrado en forma muy simplificada como 16, para la conexión al sistema de agua caliente del edificio (no se muestra en esta Figura). El intercambiador de calor 12 también contiene un medio de almacenamiento térmico para el almacenamiento de energía, pero esto no se muestra en la Figura. En el ejemplo que se describirá ahora con referencia a la Figura 9, el medio de almacenamiento térmico es un material de cambio de fase. Se reconocerá que la unidad de interfaz corresponde al banco de energía descrito anteriormente. A lo largo de esta memoria descriptiva, incluyendo las reivindicaciones, las referencias a banco de energía, medio de almacenamiento térmico, medio de almacenamiento de energía y material de cambio de fase deben considerarse intercambiables a menos que el contexto requiera claramente lo contrario.

Normalmente, el material de cambio de fase en el intercambiador de calor tiene una capacidad de almacenamiento de energía (en términos de la cantidad de energía almacenada en virtud del calor de fusión latente) de entre 2 y 5 Mjulios, aunque es posible más almacenamiento de energía y puede ser útil. Y, por supuesto, también es posible un menor almacenamiento de energía, pero en general se desea maximizar (sujeto a restricciones prácticas basadas en dimensiones físicas, peso, coste y seguridad) el potencial de almacenamiento de energía en el material de cambio de fase de la unidad de interfaz 10. Más adelante en la presente memoria descriptiva se hablará más sobre los materiales de cambio de fase adecuados y sus propiedades, y también sobre las dimensiones, etc.

El circuito del lado de entrada 14 está conectado a una tubería o conducto 18 que a su vez se alimenta desde el nodo 20, desde la tubería 22 que tiene un acoplamiento 24 para la conexión a una alimentación desde una bomba de calor. El nodo 20 también alimenta fluido desde la bomba de calor a la tubería 26 que termina en un acoplamiento 28 que está destinado a la conexión a una red de calefacción de una casa o apartamento, por ejemplo para la conexión a una calefacción por suelo radiante o a una red de radiadores o a ambos. De este modo, una vez que la unidad de interfaz 10 está completamente instalada y operativa, el fluido calentado por una bomba de calor (que se encuentra fuera de la casa o apartamento) pasa a través del acoplamiento 24 y por la tubería 22 hasta el nodo 20, desde donde, dependiendo del ajuste de una válvula de 3 puertos 32, el flujo de fluido pasa por la tubería 18 hasta el circuito del lado de entrada 14 del intercambiador de calor, o por la tubería 26 y sale a través del acoplamiento 28 hacia la infraestructura de calefacción de la casa o apartamento.

El fluido calentado de la bomba de calor fluye a través del circuito del lado de entrada 14 del intercambiador de calor y sale del intercambiador de calor 12 a lo largo de la tubería 30. En uso, bajo ciertas circunstancias, el calor transportado por el fluido calentado desde la bomba de calor cede parte de su energía al material de cambio de fase dentro del intercambiador de calor y parte al agua en el circuito del lado de salida 16. En otras circunstancias, como se explicará más adelante, el fluido que fluye a través del circuito del lado de entrada 14 del intercambiador de calor en realidad adquiere calor del material de cambio de fase.

La tubería 30 alimenta el fluido que sale del circuito del lado de entrada 14 a una válvula motorizada de 3 puertos 32 y después, dependiendo del estado de la válvula, sale por la tubería 34 a la bomba 36. La bomba 36 sirve para impulsar el flujo hacia la bomba de calor externa a través del acoplamiento 38.

La válvula motorizada de 3 puertos 32 también recibe fluido procedente de la tubería 40 que recibe, a través del acoplamiento 42, el fluido que retorna de la infraestructura de calefacción (por ejemplo, radiadores) de la casa o piso.

Entre la válvula motorizada de tres puertos 32 y la bomba 36 se dispone un trío de transductores: un transductor de temperatura 44, un transductor de flujo 46 y un transductor de presión 48. Además, en la tubería 22 se dispone un transductor de temperatura 49 que introduce el fluido desde la salida de la bomba de calor. Estos transductores, al igual que todos los demás en la unidad de interfaz 10, están conectados operativamente a o son direccionables por un procesador, no mostrado, que normalmente se proporciona como parte de la unidad de interfaz, pero que se puede proporcionar en un módulo separado.

Aunque no se ilustra en la Figura 8, también puede proporcionarse un elemento de calentamiento eléctrico adicional en la trayectoria de flujo entre el acoplador 24, que recibe fluido de la salida de la bomba de calor. Este elemento de calentamiento eléctrico adicional puede ser nuevamente un elemento de calentamiento inductivo o resistivo y se proporciona como un medio para compensar una falla potencial de la bomba de calor, pero también para un posible uso para agregar energía a la unidad de almacenamiento térmico (por ejemplo, en función del costo de energía actual y previsto para calefacción y/o agua caliente). El elemento calefactor eléctrico adicional también puede controlarse, por supuesto, mediante el procesador del sistema.

También acoplado al tubo 34 está un vaso de expansión 50, al que está conectado una válvula 52 mediante la cual se puede conectar un bucle de llenado para rellenar fluido en el circuito de calefacción. También se muestran como parte del circuito de calefacción de la unidad de interfaz una válvula de alivio de presión 54, intermedia entre el nodo 20 y el circuito del lado de entrada 14, y un filtro 56 (para capturar contaminantes particulados), el acoplamiento intermedio 42 y la válvula de 3 puertos 32.

El intercambiador de calor 12 también está provisto de varios transductores, incluyendo al menos un transductor de temperatura 58, aunque es preferible proporcionar más (por ejemplo, hasta 4 o más), como se muestra, y un transductor de presión 60. En el ejemplo mostrado, el intercambiador de calor incluye 4 transductores de temperatura distribuidos uniformemente dentro del material de cambio de fase, de modo que se pueden determinar las variaciones de temperatura (y, por lo tanto, obtener conocimiento sobre el estado del material de cambio de fase en toda su masa). Una disposición de este tipo puede ser especialmente beneficiosa durante la fase de diseño/implementación como medio para optimizar el diseño del intercambiador de calor, incluso para optimizar las disposiciones de transferencia de calor adicional. Pero tal disposición también puede seguir siendo beneficiosa en sistemas implementados, ya que tener múltiples sensores puede proporcionar información útil al procesador y a los algoritmos de aprendizaje automático empleados por el procesador (ya sea solo de la unidad de interfaz y/o de un procesador de un sistema que incluye la unidad de interfaz).

A continuación se describirá la disposición del circuito de alimentación de agua fría y de agua caliente de la unidad de interfaz 10. Se proporciona un acoplamiento 62 para la conexión a una alimentación de agua fría desde una tubería principal. Normalmente, antes de que el agua de la tubería principal llegue a la unidad de interfaz 10, habrá pasado a través de una válvula antirretorno antisifón y es posible que se haya reducido su presión. Desde el acoplamiento 62 el agua fría pasa a través de una tubería hasta el circuito del lado de salida 16 del intercambiador de calor 12. Dado que proporcionamos un procesador que monitorea numerosos sensores en la unidad de interfaz, al mismo procesador se le puede asignar opcionalmente una tarea más: monitorear la presión a la que se suministra agua fría desde el suministro de agua de la red. Para este fin, puede introducirse un sensor de presión adicional en la línea de suministro de agua fría aguas arriba del acoplamiento 62, y en particular aguas arriba de cualquier dispositivo reductor de presión dentro de las instalaciones. El procesador puede entonces monitorear de forma continua o periódica la presión del agua suministrada, e incluso solicitar al propietario/usuario que solicite una compensación a la compañía de suministro de agua si la tubería principal suministra agua a una presión inferior al mínimo legal.

Desde el circuito de salida 16 el agua, que puede haber sido calentada por su paso a través del intercambiador de calor, pasa a lo largo de una tubería 66 a una unidad de calentamiento eléctrico 68. La unidad de calentamiento eléctrico 68, que está bajo el control del procesador mencionado previamente, puede comprender una disposición de calentamiento resistivo o inductivo cuya salida de calor puede modularse según instrucciones del procesador.

El procesador está configurado para controlar el calentador eléctrico, basándose en la información sobre el estado del material de cambio de fase y de la bomba de calor.

Normalmente, la unidad de calentamiento eléctrico 68 tiene una potencia nominal de no más de 10 kW, aunque en algunas circunstancias puede proporcionarse un calentador más potente, por ejemplo, 12 kW.

Desde el calentador eléctrico 68, lo que ahora será agua caliente pasa por una tubería 70 hasta un acoplamiento 74 al que se conectará el circuito de agua caliente, incluyendo las salidas controlables como grifos y duchas, de la casa o el piso.

Un transductor de temperatura 76 se proporciona después de calefactor eléctrico 68, por ejemplo en la salida del calefactor eléctrico 68 para proporcionar información sobre la temperatura del agua en la salida del sistema de agua caliente. También se proporciona una válvula de alivio de presión 77 en el suministro de agua caliente, y aunque se muestra como que está ubicada entre el calentador eléctrico 68 y el transductor de temperatura de salida 76, su ubicación precisa no es importante, como de hecho es el caso para muchos de los componentes ilustrados en la Figura 9.

También en algún lugar en la línea de suministro de agua caliente hay un transductor de presión 79 y o un transductor de flujo 81, cualquiera de los cuales puede ser utilizado por el procesador para detectar una solicitud de agua caliente,

es decir, detectar la apertura de una salida controlable, tal como un grifo o una ducha. El transductor de flujo es preferiblemente uno que esté libre de partes móviles, por ejemplo, basado en la detección de flujo sónico o la detección de flujo magnético. El procesador puede entonces utilizar la información de uno o ambos transductores, junto con su lógica almacenada, para decidir si debe enviar una señal a la bomba de calor para que se ponga en marcha.

Se apreciará que el procesador puede solicitar a la bomba de calor que se ponga en marcha ya sea en función de la demanda de calefacción del espacio (por ejemplo, en función de un programa almacenado en el procesador o en un controlador externo, y/o en función de señales de uno o más termostatos, por ejemplo, estadísticas de la habitación, estadísticas externas, estadísticas de calefacción por suelo radiante) o en función de la demanda de agua caliente. El control de la bomba de calor puede realizarse en forma de simples comandos de encendido y apagado, pero también, o alternativamente, puede realizarse en forma de modulación (utilizando, por ejemplo, un ModBus).

Al igual que en el caso del circuito de calefacción de la unidad de interfaz, a lo largo del tubo de alimentación de agua fría 64 se dispone un trío de transductores: un transductor de temperatura 78, un transductor de flujo 80 y un transductor de presión 82. También se dispone otro transductor de temperatura 84 en la tubería 66 entre la salida del circuito del lado de salida 16 del intercambiador de calor 12 y el calentador eléctrico 68. Todos estos transductores están nuevamente conectados operativamente o son direccionables por el procesador mencionado anteriormente.

También se muestran en la línea de suministro de agua fría 64 un acondicionador de agua magnético o eléctrico 86, una válvula motorizada y modulable 88 (que como todas las válvulas motorizadas puede ser controlada por el procesador mencionado anteriormente), una válvula antirretorno 90 y un vaso de expansión 92. La válvula modulable 88 puede controlarse para regular el flujo de agua fría para mantener una temperatura deseada de agua caliente (medida, por ejemplo, mediante el transductor de temperatura 76).

También se proporcionan las válvulas 94 y 96 para la conexión a tanques de almacenamiento externos para el almacenamiento de agua fría y caliente respectivamente. Finalmente, una válvula de doble retención 98 conecta la tubería de alimentación de frío 64 a otra válvula 100 que puede usarse con un bucle de llenado para conectarse a la válvula 52 mencionada anteriormente para cargar el circuito de calefacción con más agua o una mezcla de agua e inhibidor de corrosión.

Debe tenerse en cuenta que la Figura 8 muestra varios de los cruces de tuberías, pero a menos que estos cruces se muestren como nodos, como el nodo 20, las dos tuberías que se muestran como cruzadas no se comunican entre sí, como ya debería quedar claro a partir de la descripción anterior de la Figura.

Aunque no se muestra en la Figura 8, el intercambiador de calor 12 puede incluir uno o más elementos de calentamiento eléctricos adicionales configurados para introducir calor en el medio de almacenamiento térmico. Si bien esto puede parecer contradictorio, permite el uso de energía eléctrica para precargar el medio de almacenamiento térmico en momentos en que tiene sentido económico hacerlo, como se explicará a continuación.

Desde hace mucho tiempo, las empresas de suministro de energía tienen la práctica de establecer tarifas en las que el coste de una unidad de electricidad varía según la hora del día, para tener en cuenta los momentos de mayor o menor demanda y ayudar a dar forma al comportamiento de los clientes para equilibrar mejor la demanda y la capacidad de suministro. Históricamente, los planes tarifarios eran más bien burdos y reflejaban la tecnología tanto de la generación como del consumo de energía. Pero la creciente incorporación de fuentes de energía renovables de energía eléctrica, como la energía solar (por ejemplo, de células, paneles y granjas fotovoltaicas) y la energía eólica, al tejido de generación de energía de los países ha estimulado el desarrollo de una fijación de precios de la energía más dinámica. Este enfoque refleja la variabilidad inherente a la generación de energía que depende del clima. Inicialmente, estos precios dinámicos estaban restringidos en gran medida a los usuarios a gran escala, pero cada vez más se ofrecen a los consumidores domésticos.

El grado de dinamismo de los precios varía de un país a otro y también entre diferentes productores dentro de un país determinado. En un extremo, la fijación de precios “dinámicos” es poco más que la oferta de diferentes tarifas en distintos intervalos de tiempo a lo largo del día, y dichas tarifas pueden aplicarse durante semanas, meses o temporadas sin variación. Pero algunos regímenes de precios dinámicos permiten al proveedor cambiar los precios con un día de aviso o menos; así, por ejemplo, a los clientes se les pueden ofrecer hoy precios por franjas de media hora mañana. En algunos países se ofrecen franjas horarias de hasta seis minutos, y es posible que el plazo para notificar a los consumidores sobre las próximas tarifas se pueda reducir aún más incluyendo “inteligencia” en los equipos que consumen energía.

Dado que es posible utilizar predicciones meteorológicas a corto y mediano plazo para predecir tanto la cantidad de energía que probablemente producirán las instalaciones solares y eólicas como la escala probable de la demanda de energía para calefacción y refrigeración, es posible predecir períodos de demanda extrema. Incluso se sabe que algunas empresas generadoras de energía con una importante capacidad de generación de energía renovable ofrecen cargos negativos por la electricidad: literalmente pagando a los clientes por usar el exceso de energía. Más a menudo, la energía puede ofrecerse a una pequeña fracción de la tarifa habitual.

Al incorporar un calentador eléctrico en una unidad de almacenamiento de energía, tal como un intercambiador de calor de sistemas según la divulgación, se hace posible que los consumidores aprovechen períodos de suministro de bajo costo y reduzcan su dependencia de la energía eléctrica en momentos de altos precios de la energía. Esto no sólo beneficia al consumidor individual, sino que también es beneficioso en términos más generales, ya que puede

reducir la demanda en momentos en que el exceso de demanda debe satisfacerse quemando combustibles fósiles.

El procesador de la unidad de interfaz tiene una conexión cableada o inalámbrica (o ambas) a una red de datos, como Internet, para permitir que el procesador reciba información de precios dinámicos de los proveedores de energía. El procesador también tiene preferiblemente una conexión de enlace de datos (por ejemplo, un ModBus) a la bomba de calor, tanto para enviar instrucciones a la bomba de calor como para recibir información (por ejemplo, información de estado e información de temperatura) de la bomba de calor. El procesador tiene una lógica que le permite* aprender el comportamiento del hogar y, con esto y la información de precios dinámicos, el procesador puede determinar si es necesario utilizar electricidad más barata para precargar el sistema de calefacción y cuándo hacerlo. Esto puede hacerse calentando el medio de almacenamiento de energía utilizando un elemento eléctrico dentro del intercambiador de calor, pero también puede hacerse impulsando la bomba de calor a una temperatura más alta de lo normal, por ejemplo, 60 grados Celsius en lugar de entre 40 y 48 grados Celsius. La eficiencia de la bomba de calor se reduce cuando funciona a temperaturas más altas, pero el procesador puede tenerlo en cuenta al decidir cuándo y cómo utilizar mejor electricidad más barata.

* Debido a que el procesador del sistema se puede conectar a una red de datos, como Internet y/o la intranet de un proveedor, el procesador del sistema local puede beneficiarse de la potencia informática externa. Por ello, es probable que el fabricante de la unidad de interfaz tenga presencia en la nube (o intranet) donde se proporciona potencia informática para realizar cálculos, por ejemplo, de lo siguiente:

ocupación;
actividad;
tarifa (corta/larga);
previsiones meteorológicas (que pueden ser preferibles a las previsiones meteorológicas generalmente disponibles porque pueden procesarse previamente para que el procesador local las utilice fácilmente y también pueden adaptarse muy específicamente a la situación, la ubicación y la exposición de la propiedad en la que está instalada la unidad de interfaz);
identificación de falsos positivos y/o falsos negativos.

Para proteger a los usuarios del riesgo de quemaduras por agua sobrecalentada del sistema de suministro de agua caliente, es conveniente proporcionar una función de protección contra quemaduras. Esto puede tomar la forma de proporcionar una válvula controlable eléctricamente (modulable) para mezclar agua fría del suministro de agua fría con agua caliente a medida que sale del circuito de salida del intercambiador de calor (la válvula adicional se puede montar entre los nodos a los que están conectadas las válvulas existentes 94 y 96 mencionadas anteriormente).

La Figura 8 muestra esquemáticamente lo que podrían considerarse las “entrañas” de la unidad de interfaz, que no es parte de la invención, pero no muestra ningún contenedor para estas “entrañas”. Una aplicación importante de las unidades de interfaz según la divulgación es como un medio para permitir que una bomba de calor se use como un contribuyente práctico a los requisitos de calefacción y agua caliente de un espacio de una vivienda que anteriormente estaba provista de una caldera combinada a gas (o que de otra manera podría tener dicha caldera instalada), se apreciará que a menudo será conveniente proporcionar un contenedor tanto por estética como por seguridad, tal como es el caso convencionalmente con las calderas combinadas. Además, preferiblemente cualquier contenedor de este tipo estará dimensionado para encajar en un factor de forma que permita el reemplazo directo de una caldera combinada, que normalmente se montan en la pared, a menudo en una cocina donde coexisten con los armarios de cocina. Partiendo de la forma de un cuboide generalmente rectangular (aunque por supuesto, por estética, ergonomía o seguridad, pueden utilizarse superficies curvas para cualquiera o todas las superficies del contenedor) con una altura, anchura y profundidad, pueden encontrarse tamaños adecuados en los rangos aproximados: altura de 650 mm a 800 mm; anchura de 350 mm a 550 mm; profundidad de 260 mm a 420 mm; por ejemplo de 800 mm de alto, por 500 mm de ancho y 400 mm de profundidad, aunque pueden proporcionarse unidades más grandes, y en particular más altas, para su instalación donde se puedan acomodar.

Una distinción notable de las unidades de interfaz según la divulgación con respecto a las calderas combinadas de gas es que, si bien los contenedores de estas últimas generalmente tienen que estar hechos de materiales no combustibles, como acero, debido a la presencia de una cámara de combustión caliente, las temperaturas internas de una unidad de interfaz generalmente serán considerablemente menores a 100 grados Celsius, típicamente menores a 70 grados Celsius y, a menudo, menores a 60 grados Celsius. Por lo tanto, resulta práctico utilizar materiales inflamables como madera, bambú o incluso papel para fabricar un contenedor para la unidad de interfaz.

La falta de combustión también abre la posibilidad de instalar unidades de interfaz en lugares que generalmente nunca se considerarían adecuados para la instalación de calderas combinadas de gas y, por supuesto, a diferencia de una caldera combinada de gas, las unidades de interfaz según la divulgación no requieren un conducto de humos para los gases de escape. Así, por ejemplo, es posible configurar una unidad de interfaz para su instalación debajo de una encimera de cocina, e incluso aprovechar el famoso punto muerto que representa una esquina debajo de la encimera. Para su instalación en dicho lugar, la unidad de interfaz podría integrarse en un armario bajo encimera, preferiblemente mediante una colaboración con un fabricante de muebles de cocina. Pero la mayor flexibilidad para la implementación se mantendría al tener una unidad de interfaz que se ubica efectivamente detrás de algún tipo de armario, estando el armario configurado para permitir el acceso a la unidad de interfaz. La unidad de interfaz se configuraría entonces preferiblemente para permitir que la bomba de circulación 36 se deslice hacia afuera y lejos del intercambiador de calor 12 antes de que la bomba de circulación 36 se desacople de la trayectoria de flujo del circuito del lado de entrada.

También puede considerarse aprovechar otros espacios que a menudo se desperdician en las cocinas equipadas, es decir, el espacio debajo de los armarios bajo encimera. A menudo, hay un espacio con una altura de más de 150 mm y una profundidad de alrededor de 600 mm, con anchos de 300, 400, 500, 600 mm o más (aunque debe tenerse en cuenta cualquier pata que sostenga los armarios). En particular, en el caso de instalaciones nuevas o cuando se reemplaza una caldera combinada junto con una remodelación de la cocina, tiene sentido utilizar estos espacios al menos para acomodar el intercambiador de calor de la unidad de interfaz, o utilizar más de una unidad de intercambiador de calor para una unidad de interfaz determinada.

En particular, en el caso de unidades de interfaz diseñadas para montaje en pared, aunque potencialmente beneficioso sea cual sea la aplicación de la unidad de interfaz, a menudo será deseable diseñar la unidad de interfaz como una pluralidad de módulos. Con tales diseños puede ser conveniente tener el intercambiador de calor como uno de los módulos, porque la presencia del material de cambio de fase puede dar como resultado que el intercambiador de calor solo pese más de 25 kg. Por razones de salud y seguridad, y con el fin de facilitar la instalación por una sola persona, sería deseable garantizar que una unidad de interfaz pueda entregarse como un conjunto de módulos, ninguno de los cuales pesa más de unos 25 kg.

Esta restricción de peso se puede soportar convirtiendo uno de los módulos en un chasis para montar la unidad de interfaz en una estructura. Por ejemplo, cuando se va a montar una unidad de interfaz en la pared en lugar de una caldera combinada de gas existente, puede resultar conveniente fijar primero a la pared un chasis sobre el que se apoyan los demás módulos. Preferiblemente, el chasis está diseñado para funcionar con las posiciones de los puntos de fijación existentes que se utilizan para soportar la caldera combinada que se está reemplazando. Esto podría lograrse potencialmente proporcionando un chasis “universal” que tenga orificios de fijación preformados de acuerdo con los espaciamientos y posiciones de las calderas combinadas de gas más populares. Como alternativa, podría resultar rentable producir una gama de chasis cada uno con posiciones/tamaños/espaciamientos de orificios que coincidan con los de las calderas de un fabricante particular. Luego solo hace falta especificar el chasis correcto para reemplazar la caldera del fabricante correspondiente. Este enfoque tiene múltiples beneficios: evita la necesidad de perforar más agujeros para colocar los tacos para los pernos de fijación, y no solo elimina el tiempo necesario para marcar, perforar los agujeros y limpiar, sino que también evita la necesidad de debilitar aún más la estructura de la vivienda donde se lleva a cabo la instalación, lo que puede ser una consideración importante dadas las técnicas y materiales de construcción de bajo costo que se usan con frecuencia en las "casas iniciales" y otras viviendas de bajo coste.

Preferiblemente, el módulo intercambiador de calor y el módulo del chasis están configurados para acoplarse entre sí. De esta manera puede evitarse la necesidad de fijaciones separables, ahorrando así tiempo de instalación.

Preferiblemente, un módulo adicional incluye primeras interconexiones, por ejemplo, 62 y 74, para acoplar el circuito del lado de salida 16 del intercambiador de calor 12 al sistema de agua caliente del edificio. Preferiblemente, el módulo adicional también incluye segundas interconexiones, por ejemplo, 38 y 24, para acoplar el circuito del lado de entrada 14 del intercambiador de calor 12 a la bomba de calor. Preferiblemente, el módulo adicional también incluye terceras interconexiones, por ejemplo, 42 y 28, para acoplar la unidad de interfaz al circuito de calefacción del local donde se utilizará la unidad de interfaz. Se apreciará que al montar el intercambiador de calor en el chasis, que está conectado directamente a la pared, en lugar de montar primero las conexiones en el chasis, el peso del intercambiador de calor se mantiene más cerca de la pared, lo que reduce el efecto de carga en voladizo sobre las fijaciones de pared que aseguran la unidad de interfaz a la pared.

Materiales de cambio de fase

Una clase adecuada de materiales de cambio de fase son las ceras de parafina, que tienen un cambio de fase sólido-líquido a temperaturas de interés para el suministro de agua caliente sanitaria y para su uso en combinación con bombas de calor. Son de particular interés las ceras de parafina que se funden a temperaturas en el intervalo de 40 a 60 grados Celsius, y dentro de este rango pueden encontrarse ceras que se funden a diferentes temperaturas para adaptarse a aplicaciones específicas. La capacidad calorífica latente típica está entre aproximadamente 180 kJ/kg y 230 kJ/kg y una capacidad calorífica específica de quizás 2,27 $Jg^{-1}K^{-1}$ en fase líquida, y 2,1 $Jg^{-1}K^{-1}$ en la fase sólida. Puede observarse que pueden almacenarse cantidades muy considerables de energía utilizando el calor latente de fusión. También puede almacenarse más energía calentando el líquido de cambio de fase por encima de su punto de fusión. Por ejemplo, cuando los costes de electricidad son relativamente bajos y puede predecirse que pronto habrá una necesidad de agua caliente (en un momento en que es probable que la electricidad cueste más, o se sabe que costará más, tal vez), entonces puede tener sentido hacer funcionar la bomba de calor a una temperatura más alta de lo normal para “sobrecalentar” el depósito de energía térmica.

Una opción adecuada de cera puede ser una con un punto de fusión de alrededor de 48 grados Celsius, como el n-tricosano C_{23} o parafina C_{20}-C_{33}. La aplicación de la diferencia de temperatura estándar de 3K en el intercambiador de calor (entre el líquido suministrado por la bomba de calor y el material de cambio de fase en el intercambiador de calor) da como resultado una temperatura del líquido de la bomba de calor de alrededor de 51 grados Celsius. Y de manera similar en el lado de salida, permitiendo una caída de temperatura de 3K, llegamos a una temperatura del agua de 45 grados Celsius, que es satisfactoria para agua caliente doméstica general, lo suficientemente caliente para grifos de cocina, pero potencialmente un poco alta para grifos de ducha/baño, pero obviamente siempre se puede agregar agua fría a un flujo para reducir la temperatura del agua. Por supuesto, si los miembros de la familia están acostumbrados a aceptar temperaturas de agua caliente más bajas, o si son aceptables por alguna otra razón, entonces potencialmente puede considerarse un material de cambio de fase con un punto de fusión más bajo, pero

generalmente una temperatura de transición de fase en el rango de 45 a 50 es probable que sea una buena opción. Obviamente, queremos tener en cuenta el riesgo de Lesiónela por almacenar agua a esa temperatura.

Las bombas de calor (por ejemplo, las bombas de calor geotérmicas o de aire) tienen temperaturas de funcionamiento de hasta 60 grados Celsius (aunque al usar propano como refrigerante, son posibles temperaturas de funcionamiento de hasta 72 grados Celsius), pero su eficiencia tiende a ser mucho mayor cuando funciona a temperaturas en el rango de 45 a 50 grados Celsius. Por lo tanto, es probable que nuestros 51 grados Celsius, a partir de una temperatura de transición de fase de 48 grados Celsius, sean satisfactorios.

También es necesario tener en cuenta el rendimiento térmico de la bomba de calor. Generalmente, la ΔT máxima (la diferencia entre la temperatura de entrada y salida del fluido calentado por la bomba de calor) se mantiene preferiblemente en el rango de 5 a 7 grados Celsius, aunque puede ser tan alta como 10 grados Celsius.

Aunque las ceras de parafina son un material preferido para su uso como medio de almacenamiento de energía, no son los únicos materiales adecuados. Los hidratos de sal también son adecuados para sistemas de almacenamiento de energía de calor latente como los actuales. Los hidratos de sal en este contexto son mezclas de sales inorgánicas y agua, y el cambio de fase implica la pérdida de toda o gran parte de su agua. En la transición de fase, los cristales de hidrato se dividen en sal anhidra (o menos acuosa) y agua. Las ventajas de los hidratos de sal son que tienen conductividades térmicas mucho más altas que las ceras de parafina (entre 2 y 5 veces más altas) y un cambio de volumen mucho menor con la transición de fase. Un hidrato de sal adecuado para la aplicación actual es $Na_2S_2O_3.5H_2O$, que tiene un punto de fusión de alrededor de 48 a 49 grados Celsius y un calor latente de 200/220 kJ/kg.

En términos simples de almacenamiento de energía, también puede considerarse el uso de PCM con temperaturas de transición de fase que estén significativamente por encima del rango de 40 a 50 grados Celsius. Por ejemplo, una cera de parafina, existiendo ceras disponibles con una amplia gama de puntos de fusión:

n-henicosano C_{24} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 40 grados Celsius;
n-docosano C_{21} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 44,5 grados Celsius;
n-tetracosano C_{23} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 52 grados Celsius;
n-pentacosano C_{25} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 54 grados Celsius;
n-hexacosano C_{26} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 56,5 grados Celsius;
n-heptacosano C_{27} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 59 grados Celsius;
n-octacosano C_{28} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 64,5 grados Celsius;
n-nonacosano C_{29} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 65 grados Celsius;
n-triacosano C_{30} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 66 grados Celsius;
n-hentriacosano C_{31} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 67 grados Celsius;
n-dotriacosano C_{32} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 69 grados Celsius;
n-triatriacosano C_{33} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 71 grados Celsius;
parafina C_{22}-C_{45} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 58 a 60 grados Celsius;
parafina C_{21}-C_{50} que tiene un punto de fusión de aproximadamente 66 a 68 grados Celsius;

RT 70 HC que tiene un punto de fusión de aproximadamente 69 a 71 grados Celsius.

Como alternativa, puede utilizarse un hidrato de sal, tal como $CH_3COONa.3H_2O$, que tiene un punto de fusión de aproximadamente 58 grados Celsius, y un calor latente de 226/265 kJ/kg.

Hasta ahora, el acumulador de energía térmica se ha descrito en gran medida como si tuviera una sola masa de material de cambio de fase dentro de un intercambiador de calor que tiene circuitos de entrada y salida, cada uno en forma de una o más bobinas o bucles. Pero también puede ser beneficioso en términos de velocidad de transferencia de calor, por ejemplo, encapsular el material de cambio de fase en una pluralidad de cuerpos sellados, por ejemplo, en cilindros de metal (por ejemplo, cobre o aleación de cobre) (u otras formas alargadas), que están rodeados por un líquido de transferencia de calor del cual el circuito de salida (que se utiliza preferiblemente para proporcionar agua caliente para un sistema de agua caliente (doméstico)) extrae calor.

Con dicha configuración, el líquido de transferencia de calor puede sellarse en intercambiador de calor o, más preferiblemente, el líquido de transferencia de calor puede fluir a través del acumulador de energía y puede ser el líquido de transferencia de calor que transfiere calor desde la fuente de energía verde (por ejemplo una bomba de calor) sin el uso de una bobina de transferencia de calor de entrada en el acumulador de energía. De esta manera, el circuito de entrada puede proporcionarse simplemente mediante una (o más generalmente múltiples) entradas y una o más salidas, por lo que el líquido de transferencia de calor pasa libremente a través del intercambiador de calor, sin estar confinado por una bobina u otro conducto regular, transfiriendo el líquido de transferencia de calor hacia o desde el PCM encapsulado y después en el circuito de salida (y por tanto a agua en el circuito de salida). De esta manera, el circuito de entrada está definido por una o más entradas y una o más salidas para el líquido de transferencia de calor, y las rutas de forma libre que pasan por el PCM encapsulado y a través del acumulador de energía.

Preferiblemente, el PCM está encapsulado en múltiples tuberías alargadas de extremos cerrados dispuestos en una o más disposiciones espaciadas (tales como filas escalonadas de tuberías, comprendiendo cada fila una pluralidad de tuberías separadas) con el fluido de transferencia de calor preferiblemente dispuesto para fluir lateralmente (o transversalmente a la longitud del tubo u otro recinto encapsulante) sobre las tuberías, ya sea en ruta desde las

entradas a las salidas o, si se utiliza una bobina de entrada, según lo indiquen uno o más impulsores provistos dentro del acumulador de energía térmica.

Opcionalmente, el circuito de salida puede disponerse para estar en la parte superior del acumulador de energía y posicionado sobre y por encima del PCM encapsulado, cuyos contenedores pueden estar dispuestos horizontalmente y ya sea por encima de un bucle o bobina de entrada (de modo que la convección favorezca la transferencia de energía hacia arriba a través del acumulador de energía) o con la dirección de entrada del líquido de transferencia de calor entrante contra el PCM encapsulado y opcionalmente hacia el circuito de salida anterior. Si se utilizan uno o más impulsores, es preferible que el impulsor o cada impulsor esté acoplado magnéticamente a un motor montado externamente, de modo que no se comprometa la integridad del recinto del acumulador de energía.

Opcionalmente, el PCM puede estar encapsulado en tubos alargados, típicamente de sección transversal circular, con diámetros externos nominales en el rango de 20 a 67 mm, por ejemplo 22 mm, 28 mm, 35 mm, 42 mm, 54 mm o 67 mm, y típicamente estos tubos estarán formados de un cobre adecuado para uso en fontanería. Preferiblemente, las tuberías tienen un diámetro externo entre 22 mm y 54 mm, por ejemplo entre 28 mm y 42 mm.

El líquido de transferencia de calor es preferiblemente agua o un líquido a base de agua, tal como agua mezclada con uno o más de un aditivo de flujo, un inhibidor de corrosión, un anticongelante, un biocida, y puede, por ejemplo, comprender un inhibidor del tipo diseñado para su uso en sistemas de calefacción central, tales como Sentinel X100 o Fernox F1 (ambos RTM), adecuadamente diluidos en agua.

Por lo tanto, a lo largo de la descripción y las reivindicaciones de la presente solicitud, la expresión circuito de entrada debe interpretarse, a menos que el contexto requiera claramente lo contrario, como que incluye una disposición como la que se acaba de describir y en la que la trayectoria del flujo de líquido desde la entrada del circuito de entrada hasta su salida no está definida por un conducto regular sino que implica que el líquido fluye sustancialmente libremente dentro del recinto del acumulador de energía.

El PCM puede estar encapsulado en una pluralidad de cilindros alargados de sección transversal circular o generalmente circular, estando dispuestos los cilindros preferiblemente espaciados entre sí en una o más filas. Preferiblemente, los cilindros en filas adyacentes están desplazados entre sí para facilitar la transferencia de calor desde y hacia el líquido de transferencia de calor. Opcionalmente, se proporciona una disposición de entrada en la que el líquido de transferencia de calor se introduce en el espacio alrededor de los cuerpos encapsulantes mediante uno o más puertos de entrada que pueden tener la forma de una pluralidad de boquillas de entrada, que dirigen el líquido de transferencia de calor de entrada hacia y sobre los cuerpos encapsulantes alimentados por un colector de entrada. Los orificios de las boquillas en sus salidas pueden ser generalmente de sección circular o pueden ser alargados para producir un chorro o corriente de líquido que transfiera calor de manera más efectiva al PCM encapsulado. El colector puede alimentarse desde un solo extremo o desde extremos opuestos con el fin de aumentar el caudal y reducir la pérdida de presión.

El líquido de transferencia de calor puede bombearse en el acumulador de energía 12 como resultado de la acción de una bomba de la fuente de energía verde (por ejemplo una bomba de calor o sistema de agua caliente solar), o de otra bomba del sistema, o el acumulador de energía térmica puede incluir su propia bomba. Después de salir del acumulador de energía por una o más salidas del circuito de entrada, el líquido de transferencia de calor puede pasar directamente de nuevo a la fuente de energía (por ejemplo, la bomba de calor) o puede conmutarse, mediante el uso de una o más válvulas, para pasar primero a una instalación de calefacción (por ejemplo, calefacción por suelo radiante, radiadores o alguna otra forma de calefacción de espacios) antes de regresar a la fuente de energía verde.

Los cuerpos encapsulantes pueden disponerse horizontalmente con la bobina del circuito de salida posicionada por encima y encima de los cuerpos encapsulantes. Se comprenderá que éste es sólo uno de los muchos arreglos y orientaciones posibles. La misma disposición podría igualmente posicionarse con los cuerpos encapsulantes dispuestos verticalmente.

Como alternativa, un acumulador de energía que utilice encapsulación PCM puede utilizar nuevamente cuerpos de encapsulación alargados cilíndricos como los descritos anteriormente, pero en este caso con un circuito de entrada en forma de conducto, por ejemplo en forma de bobina. Los cuerpos de encapsulamiento pueden estar dispuestos con sus ejes largos dispuestos verticalmente y las bobinas de entrada 14 y salida 18 dispuestas a cada lado del acumulador de energía 12. Pero nuevamente, esta disposición también podría usarse en una orientación alternativa, como con el circuito de entrada en la parte inferior y el circuito de salida en la parte superior, y los cuerpos de encapsulación con sus ejes largos dispuestos horizontalmente. Preferiblemente, uno o más impulsores están dispuestos dentro del acumulador de energía 12 para impulsar el líquido de transferencia de energía desde alrededor de la bobina de entrada 14 hacia los cuerpos de encapsulación. El impulsor o cada impulsor está acoplado preferiblemente a través de un sistema de accionamiento magnético a una unidad de accionamiento montada externamente (por ejemplo, un motor eléctrico) de modo que no es necesario perforar el recinto del almacén de energía 12 para aceptar un eje de accionamiento, reduciendo así el riesgo de fugas cuando dichos ejes ingresan al recinto.

En virtud del hecho de que el PCM está encapsulado, se hace fácilmente posible construir un acumulador de energía que utiliza más de un material de cambio de fase para el almacenamiento de energía, y en particular permite la creación de una unidad de acumulación de energía en la que pueden combinarse PCM con diferentes temperaturas de transición (por ejemplo, de fusión), ampliando así la temperatura de funcionamiento del acumulador de energía.

Se apreciará que en realizaciones del tipo recién descrito, el acumulador de energía 12 contiene uno o más materiales de cambio de fase para almacenar energía como calor latente en combinación con un líquido de transferencia de calor (tal como agua o una solución de agua/inhibidor).

Una pluralidad de cuerpos resilientes que están configurados para reducirse en volumen en respuesta a un aumento de presión causado por un cambio de fase del material de cambio de fase y para expandirse nuevamente en respuesta a una reducción de presión causada por un cambio de fase inverso del material de cambio de fase se proporcionan preferiblemente con el material de cambio de fase dentro de los cuerpos de encapsulación (también pueden usarse en bancos de energía que usan PCM "a granel" como se describe en otra parte de la presente memoria descriptiva.

Como se ha descrito previamente, con referencia a la Figura 2, el estado del material de cambio de fase, puede determinarse en función de su presión interna. Puede acoplarse un transductor de presión al procesador de la unidad de interfaz. El procesador de la unidad de interfaz recibe así la señal relativa al grado de solidificación/licuación del material de cambio de fase, lo que proporciona información sobre la cantidad de acumulación de energía del material de cambio de fase. El procesador de la unidad de interfaz puede programarse durante la fabricación o posteriormente, basándose en el análisis empírico de prototipos, de modo que el grado de solidificación (más generalmente, el estado) del material de cambio de fase puede asignarse a señales de presión del transductor de presión. Por ejemplo, los prototipos de preproducción pueden estar equipados con un panel lateral de vidrio para que pueda determinarse el estado del material de cambio de fase mediante inspección/análisis, y el estado pueda mapearse contra las señales de presión del transductor de presión; el conocimiento del calor latente de fusión del material de cambio de fase que se esté utilizando permitirá calcular la cantidad de calor latente almacenado en el intercambiador de calor para cada presión medida. Los datos obtenidos de esta manera pueden utilizarse después para programar los procesadores para la unidad de interfaz de producción y para informar a los algoritmos de aprendizaje automático en este y potencialmente otros procesadores del sistema.

Como también se ha descrito previamente, otro método para monitorear el estado del material de cambio de fase que podría proporcionarse como una alternativa a los métodos descritos anteriormente, o además de uno o más de estos, sería proporcionar una o más fuentes ópticas para emitir radiación óptica en el cuerpo del material de cambio de fase para su detección por uno o más sensores ópticos ubicados adecuadamente (una disposición de detección óptica). La o más fuentes ópticas pueden operar en una sola longitud de onda o rango de longitudes de onda (es decir, en efecto, un solo color), o podrían operar en dos o más longitudes de onda espaciadas (es decir, colores diferentes). La radiación puede estar en las regiones visible o infrarroja del espectro, o en ambas en el caso de que se utilicen múltiples colores de luz. La fuente óptica puede ser una fuente de luz incoherente, como un LED, o podría ser un láser, por ejemplo un láser LED. La fuente óptica puede ser un único diodo emisor de luz rojo-verde-azul. El dispositivo de detección óptica puede estar acoplado a un procesador (por ejemplo, el procesador de la unidad de interfaz) que está configurado para estimar una cantidad de energía almacenada en el material de cambio de fase basándose en la información recibida del dispositivo de detección óptica.

Como también se ha descrito anteriormente, otro método para monitorear el estado del material de cambio de fase que podría proporcionarse como una alternativa a los métodos descritos anteriormente, o además de uno o más de estos, sería proporcionar una fuente acústica configurada para lanzar sonido al material de cambio de fase dentro del intercambiador de calor, y un dispositivo de detección acústica para detectar el sonido lanzado desde la fuente acústica después de que el sonido haya pasado a través del material de cambio de fase. Preferiblemente, la fuente acústica está configurada para producir ultrasonidos.

La presente solicitud contiene una serie de aspectos evidentemente interrelacionados, generalmente basados en un conjunto común de problemas, si bien muchos aspectos tienen una aplicabilidad más amplia. La invención, sin embargo, está limitada a la invención reivindicada en las reivindicaciones adjuntas. En particular, los métodos lógicos y de control, aunque no necesariamente están *limitados a* que funcionan con el hardware descrito y pueden aplicarse de manera más amplia, son todos particularmente adecuados para trabajar con el hardware de los diversos aspectos de hardware y variantes del mismo. El experto en la materia apreciará que ciertos aspectos se relacionan con instancias específicas de otras características y que las características preferidas descritas en aspectos particulares pueden aplicarse a otros. La divulgación se volvería inmanejablemente larga si se hiciera mención explícita en cada punto de la interoperabilidad y se espera que el experto en la materia comprenda, y por la presente se le instruye explícitamente que comprenda, que las características preferidas de cualquier aspecto se pueden aplicar a cualquier otro a menos que se indique explícitamente lo contrario o sea manifiestamente inapropiado a partir del contexto. Nuevamente, con el fin de evitar la repetición, muchos aspectos pueden describirse solo en forma de método o en forma de hardware, pero el aparato o programa informático o lógico correspondiente también debe tomarse como divulgado en el caso de un método o el método de operación del hardware en el caso de una discusión de un aparato. Como ejemplo de lo que se quiere decir con lo anterior, hay una serie de características tanto de hardware como de software relacionadas con la combinación de una bomba de calor basada en fluido (normalmente una fuente de aire) y un material de cambio de fase y un elemento de calentamiento eléctrico suplementario y control mediante un procesador (dentro de la unidad o de forma remota o ambos). Aunque esta es la aplicación preferida, la mayoría de los métodos y hardware son aplicables de manera más general a otras bombas de calor (termoeléctricas y de fuente terrestre) y a otras fuentes de energía renovable (una bomba para un conjunto solar, por ejemplo) y a calefacción complementaria alternativa (incluyendo la disposición menos preferida de un calentador de combustión, como una caldera de gas, o incluso una bomba de calor de COP más bajo y temperatura más alta menos eficiente) y almacenamiento térmico alternativo, incluidos conjuntos de almacenamiento térmico de múltiples temperaturas. Además, los aspectos que proporcionan disposiciones particulares para cualquiera de los componentes o su interacción pueden utilizarse libremente con aspectos que se centran en elementos alternativos del sistema.

REIVINDICACIONES

1. Un método para señalizar el uso de energía a un usuario de una salida de agua caliente (102) de un sistema de suministro de agua caliente (100), incluyendo el sistema de suministro de agua caliente (100):

un acumulador de energía térmica (104) que se alimenta con energía de una fuente de energía renovable;
una fuente de energía renovable (105);
un calentador de agua auxiliar (106) acoplado a un suministro de energía de red;
un transductor de flujo (114) operable, cuando un flujo de agua pasa a través de la salida de agua caliente (102), para proporcionar datos de caudal para el flujo de agua; y
un procesador (111) acoplado al transductor de flujo (114);
siendo operable el sistema de suministro de agua caliente (100), bajo el control del procesador (111), para calentar agua que debe suministrarse a la salida de agua caliente (102) a una temperatura de suministro del sistema objetivo utilizando una selección de uno o más del calentador de agua auxiliar (106), la fuente de energía renovable (105) y energía procedente del acumulador de energía térmica (104);

comprendiendo el método:

determinar que el agua que fluye a través de la salida de agua caliente (102) y determinar un caudal correspondiente;
determinar la selección mantenida para mantener la temperatura de suministro del sistema objetivo al caudal demandado por el usuario en la salida de agua caliente (102);
clasificar la selección en una de al menos dos categorías y/o determinar el uso de energía frente a una escala de uso;
señalizar a una fuente luminosa remota (150) visible en las proximidades de la salida de agua caliente (102) un color que proporciona información sobre la fuente de calor en función de la clasificación o el consumo energético determinado; y
calentar agua utilizando la selección.

2. El método, según la reivindicación 1, en donde la selección se clasifica en:

una primera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica o desde la fuente de energía renovable;
una segunda categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida solo puede mantenerse utilizando el calentador de agua auxiliar.

3. El método, según la reivindicación 1, en donde la selección se clasifica en:

una primera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica;
una segunda categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida solo puede mantenerse utilizando el calentador de agua auxiliar;
una tercera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica o desde la fuente de energía renovable.

4. El método, según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en donde la luz es de color verde o azul para la primera categoría y rojo para la segunda categoría y opcionalmente ámbar o amarilla para la tercera categoría.

5. El método, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además determinar una tasa de uso de energía que corresponde al caudal y a la selección de corriente, y proporcionar a la fuente de luz remota una señal basada en la tasa de consumo de energía determinada, comprendiendo además preferiblemente modular la fuente de luz a una tasa de modulación basada en la tasa de consumo de energía determinada.

6. El método, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además determinar el coste unitario de energía que se está utilizando para calentar el agua que se suministra a la salida de agua caliente, y proporcionar a la fuente de luz remota una señal basada en el coste unitario de energía determinado, comprendiendo además preferiblemente controlar la saturación de color de la fuente de luz en función de la tasa de consumo de energía determinada, además preferiblemente en donde la fuente de luz también está dispuesta para proporcionar iluminación ambiental y el tono o color se cambia como respuesta a dicha señalización.

7. El método, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la fuente de luz está integrada en una luz de la habitación, preferiblemente en donde la fuente de luz está dispuesta para proyectar luz en agua que emerge de la salida de agua caliente.

8. El método, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la fuente de luz comprende un LED RGB.

9. Un sistema de suministro de agua caliente (100), que incluye:

una salida de suministro de agua caliente controlable (102);
un acumulador de energía térmica (104) que está configurado para recibir energía procedente de una fuente de energía renovable;
una fuente de energía renovable (105);
un calentador de agua auxiliar (106) acoplado a un suministro de energía de red;
un transductor de flujo (114) operable, cuando un flujo de agua pasa a través de la salida controlable de agua caliente (102), para proporcionar datos de caudal para el flujo de agua; y
un procesador (111) acoplado al transductor de flujo (114);

siendo operable el sistema de suministro de agua caliente (100), bajo el control del procesador (111), para calentar agua que debe suministrarse a la salida controlable de agua caliente (102) a una temperatura de suministro del sistema objetivo utilizando una selección de uno o más del calentador de agua auxiliar (106), la fuente de energía renovable (105) y energía procedente del acumulador de energía térmica (104);

estando el procesador (111) configurado para:

determinar que el agua que fluye a través de la salida controlable de agua caliente (102) y determinar un caudal correspondiente;
determinar la selección mantenida para mantener la temperatura de suministro del sistema objetivo al caudal demandado por un usuario en la salida controlable de agua caliente (102);
clasificar la selección en una de al menos dos categorías y/o determinar el uso de energía frente a una escala de uso;
señalizar a una fuente luminosa remota visible en las proximidades de la salida controlable de agua caliente (102) un color que proporciona información sobre la fuente o calor basado en la clasificación o el consumo energético determinado; y
hacer que el agua se caliente usando la selección.

10. El sistema de suministro de agua caliente, según la reivindicación 9, en donde el procesador está configurado para clasificar la selección en:

una primera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica o desde la fuente de energía renovable;
una segunda categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida solo puede mantenerse utilizando el calentador de agua auxiliar.

11. El sistema de suministro de agua caliente, según la reivindicación 9, en donde el procesador está configurado para clasificar la selección en:

una primera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica;
una segunda categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida solo puede mantenerse utilizando el calentador de agua auxiliar;
una tercera categoría cuando el flujo de agua, a la temperatura de suministro del sistema objetivo, demandado por el usuario a la salida puede mantenerse utilizando solo energía procedente del acumulador de energía térmica o desde la fuente de energía renovable.

12. El sistema de suministro de agua caliente, según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde el procesador está configurado para determinar una tasa de uso de energía que corresponde al caudal y a la selección de corriente, y proporcionar a la fuente de luz remota una señal basada en la tasa de consumo de energía determinada.

13. El sistema de suministro de agua caliente, según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde el procesador está configurado para determinar el coste unitario de energía que se está utilizando para calentar el agua que se suministra a la salida de agua caliente, y proporcionar a la fuente de luz remota una señal basada en el coste unitario de energía determinado.

14. El método, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, o el sistema de suministro de agua caliente, según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en donde la fuente de energía renovable comprende una instalación de calentamiento solar de agua o una bomba de calor y/o en donde la fuente de energía renovable comprende una instalación de calentamiento solar de agua o una bomba de calor.

15. El método, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, o el sistema de suministro de agua caliente, según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en donde el calentador de agua auxiliar es un calentador de agua eléctrico acoplado a una red de suministro eléctrico.

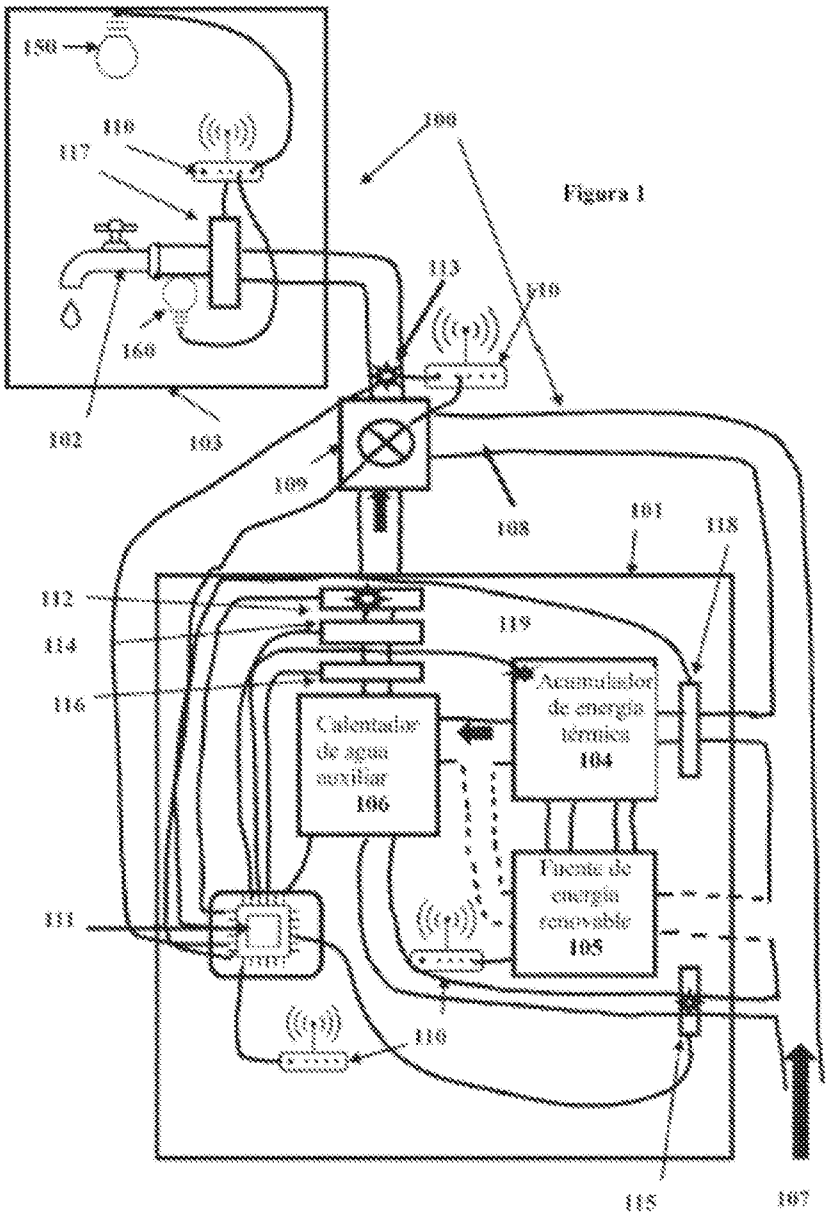

150
117
118
160
102
103
113
110
109
108
101
118
112
114
116
119
Acumulador de energía térmica 104
Calentador de agua sanitaria 106
Fuente de energía renovable 105
111
110
115
107

Figura 1

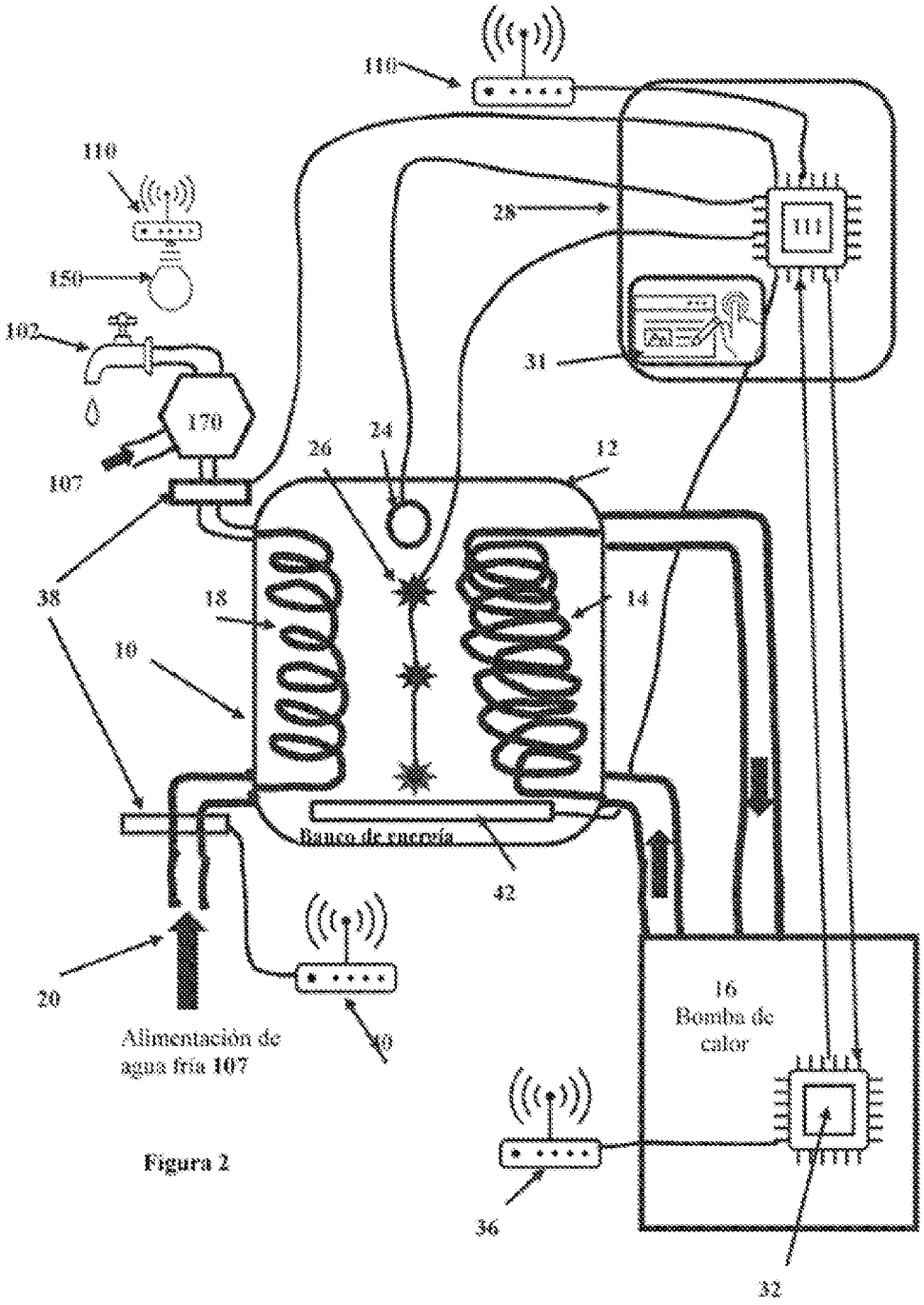

110
110
150
102
170
107
38
18
10
20
Alimentación de agua fría 107
40
28
111
31
26
24
12
14
Banco de energía
42
16
Bomba de calor
36
32

Figura 2

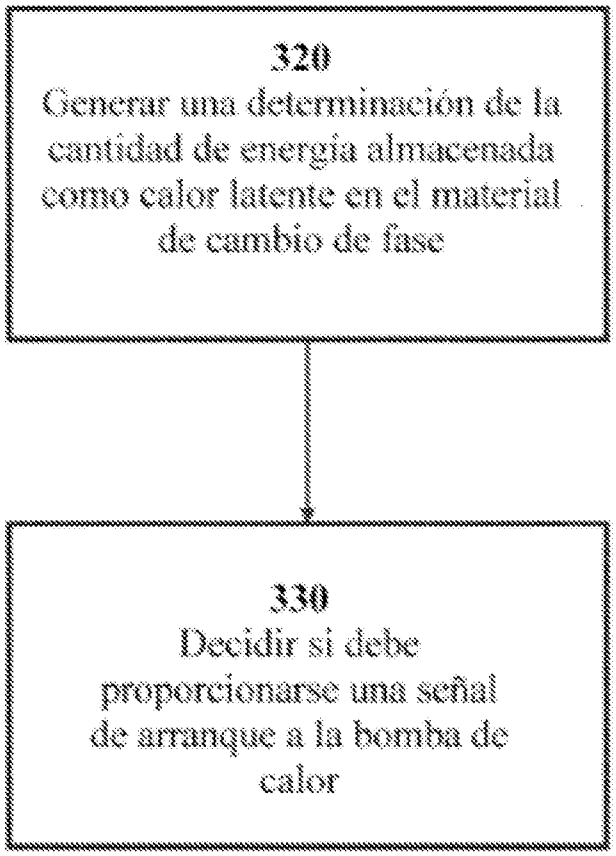

320
Generar una determinación de la cantidad de energía almacenada como calor latente en el material de cambio de fase
330
Decidir si debe proporcionarse una señal de arranque a la bomba de calor

Figura 3

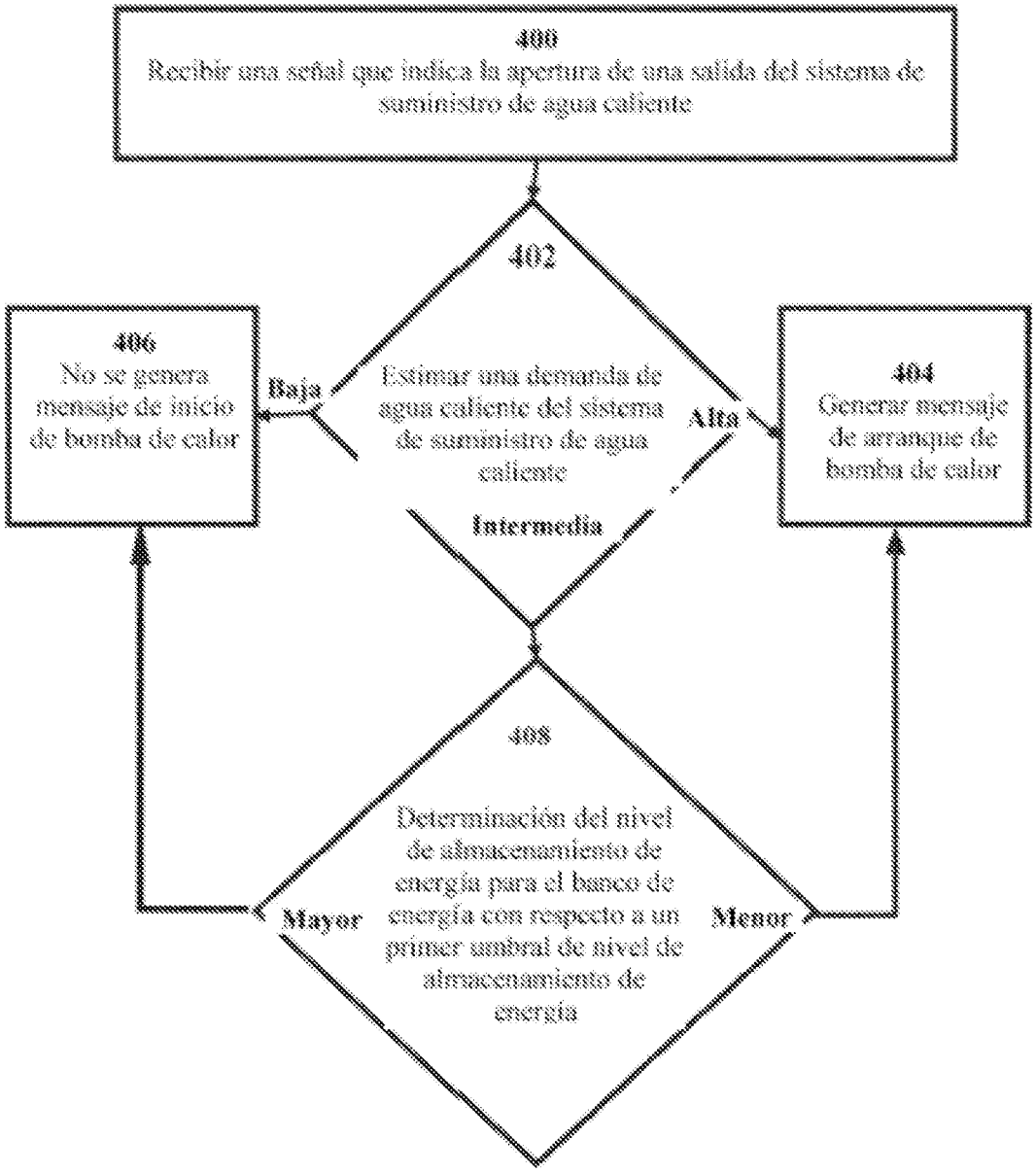

400
Recibir una señal que indica la apertura de una salida del sistema de suministro de agua caliente
402
Estimar una demanda de agua caliente del sistema de suministro de agua caliente
Baja
Alta
Intermedia
406
No se genera mensaje de inicio de bomba de calor
404
Generar mensaje de arranque de bomba de calor
408
Determinación del nivel de almacenamiento de energía para el banco de energía con respecto a un primer umbral de nivel de almacenamiento de energía
Mayor
Menor

Figura 4

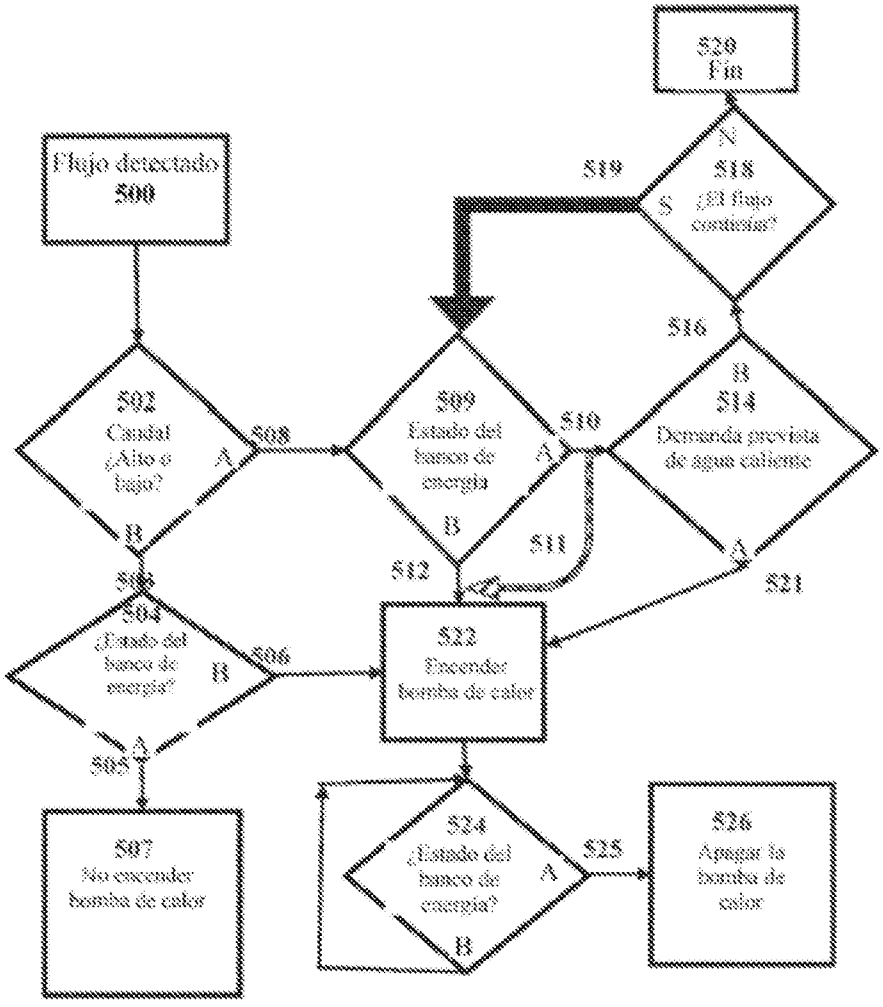

Flujo detectado
500
S02
Caudal
¿Alto o
bajo?
A
B
S08
S09
Estado del
banco de
energía
A
B
S10
S11
S12
S14
Demanda prevista
de agua caliente
B
A
S16
S18
¿El flujo
continúa?
S
N
S19
S20
Fin
S21
S04
¿Estado del
banco de
energía?
B
A
S06
S05
S22
Encender
bomba de calor
S07
No encender
bomba de calor
S24
¿Estado del
banco de
energía?
A
B
S25
S26
Apagar la
bomba de
calor

Figura 5

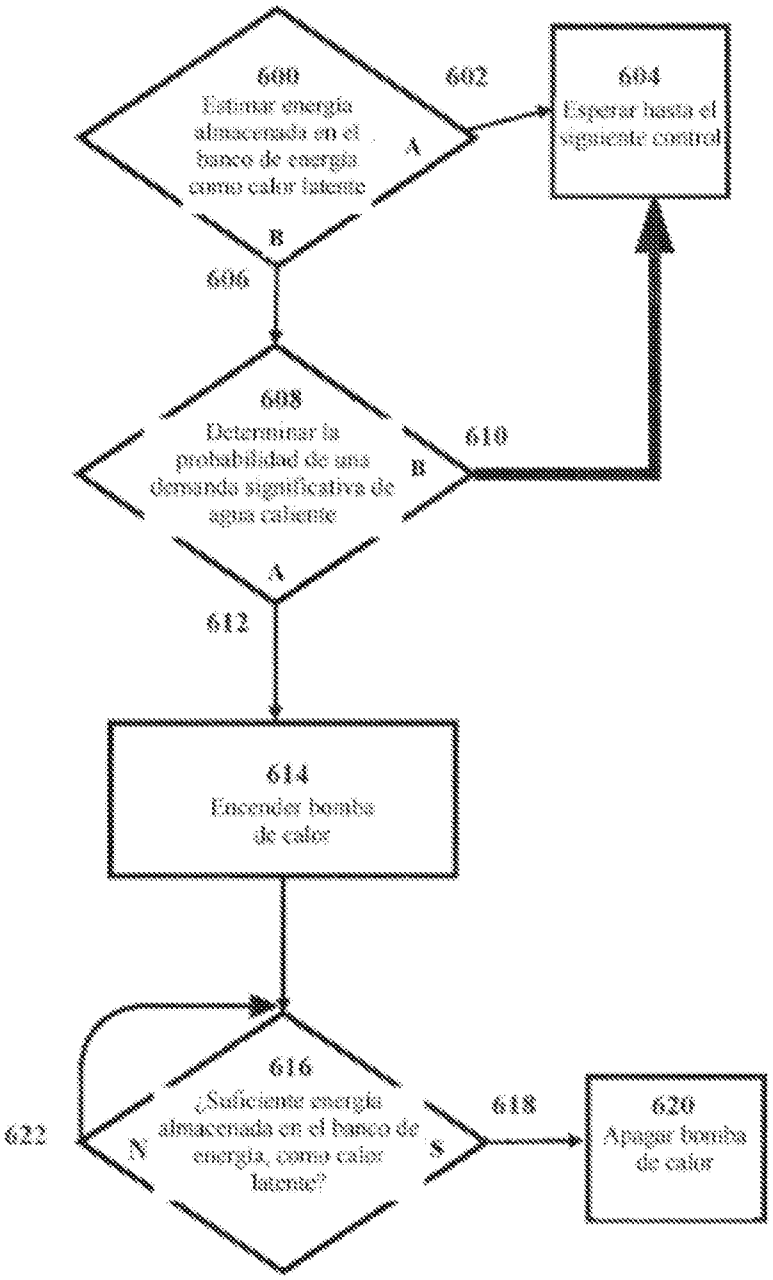

600
Estimar energía almacenada en el banco de energía como calor latente
602
A
B
604
Esperar hasta el siguiente control
606
608
Determinar la probabilidad de una demanda significativa de agua caliente
610
B
A
612
614
Encender bomba de calor
616
¿Suficiente energía almacenada en el banco de energía, como calor latente?
N
S
618
620
Apagar bomba de calor
622

Figure 6

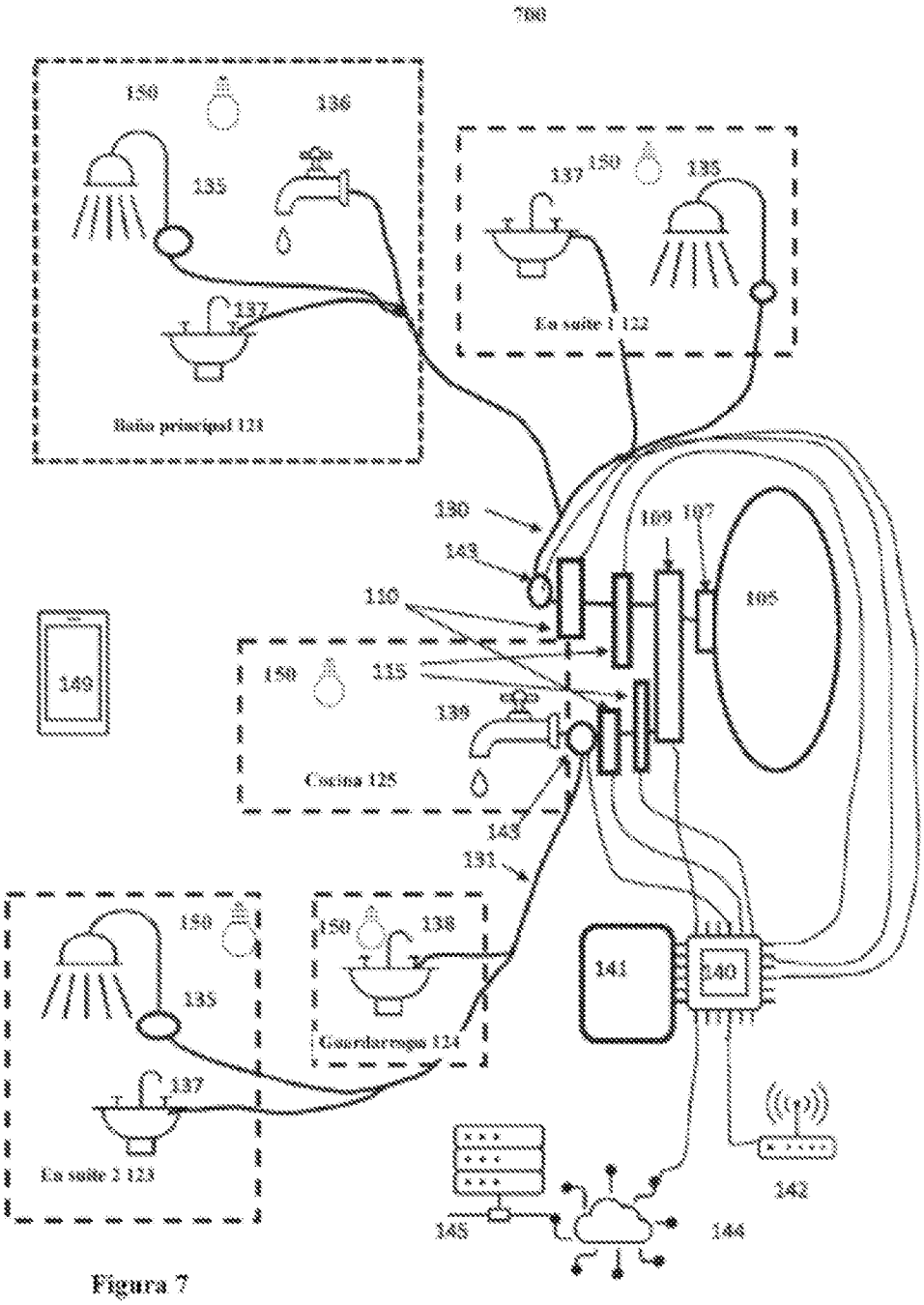

700
150
136
135
137
Baño principal 121
150
137
136
En suite 1 122
130
143
110
109
107
105
149
150
135
139
Cocina 125
148
131
150
138
Guardarropa 124
150
135
137
En suite 2 123
141
140
142
145
144

Figura 7

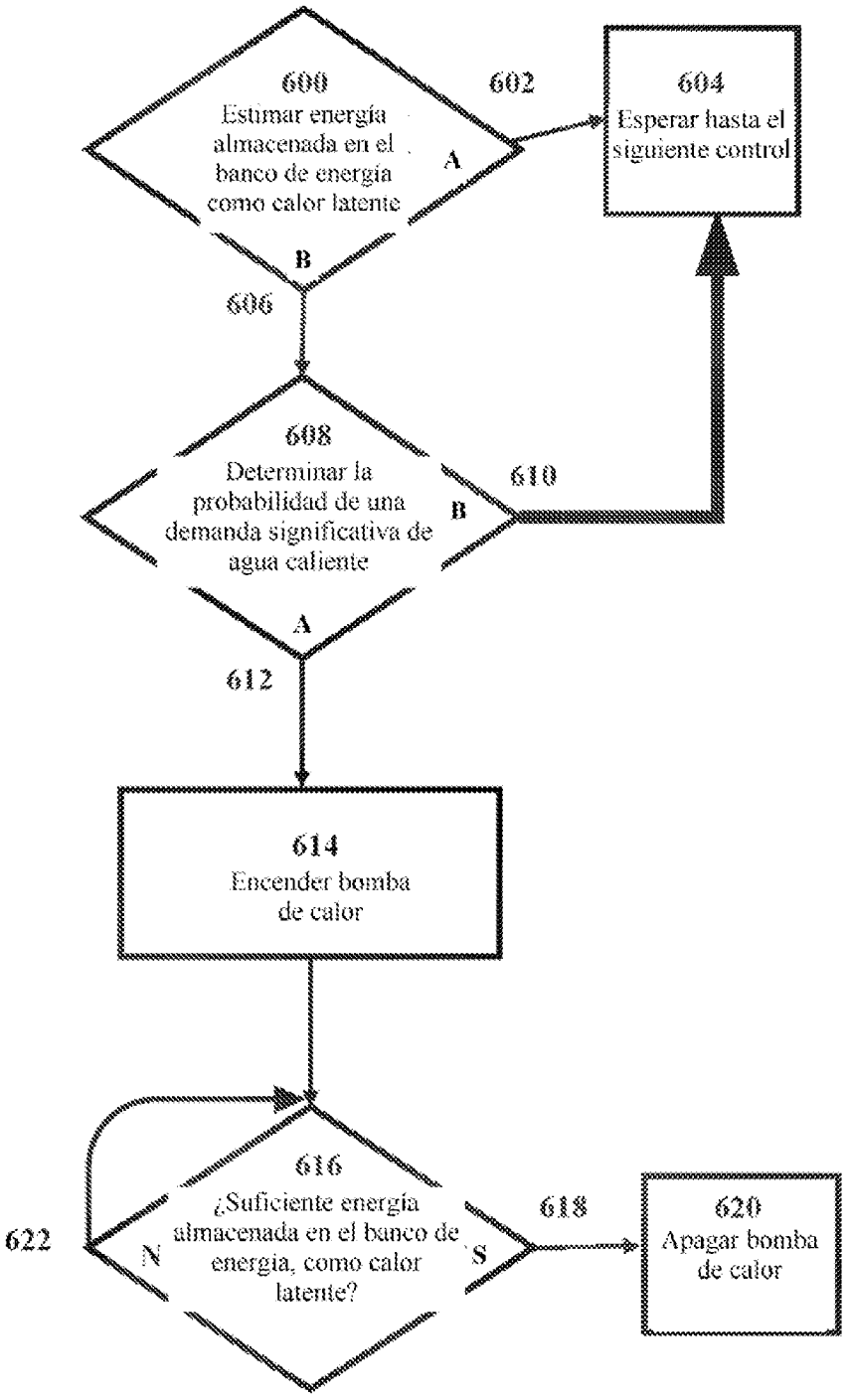

600
Estimar energía almacenada en el banco de energía como calor latente
602
604
Esperar hasta el siguiente control
A
B
606
608
Determinar la probabilidad de una demanda significativa de agua caliente
610
B
A
612
614
Encender bomba de calor
616
¿Suficiente energía almacenada en el banco de energía, como calor latente?
618
620
Apagar bomba de calor
622
N
S

Figure 6

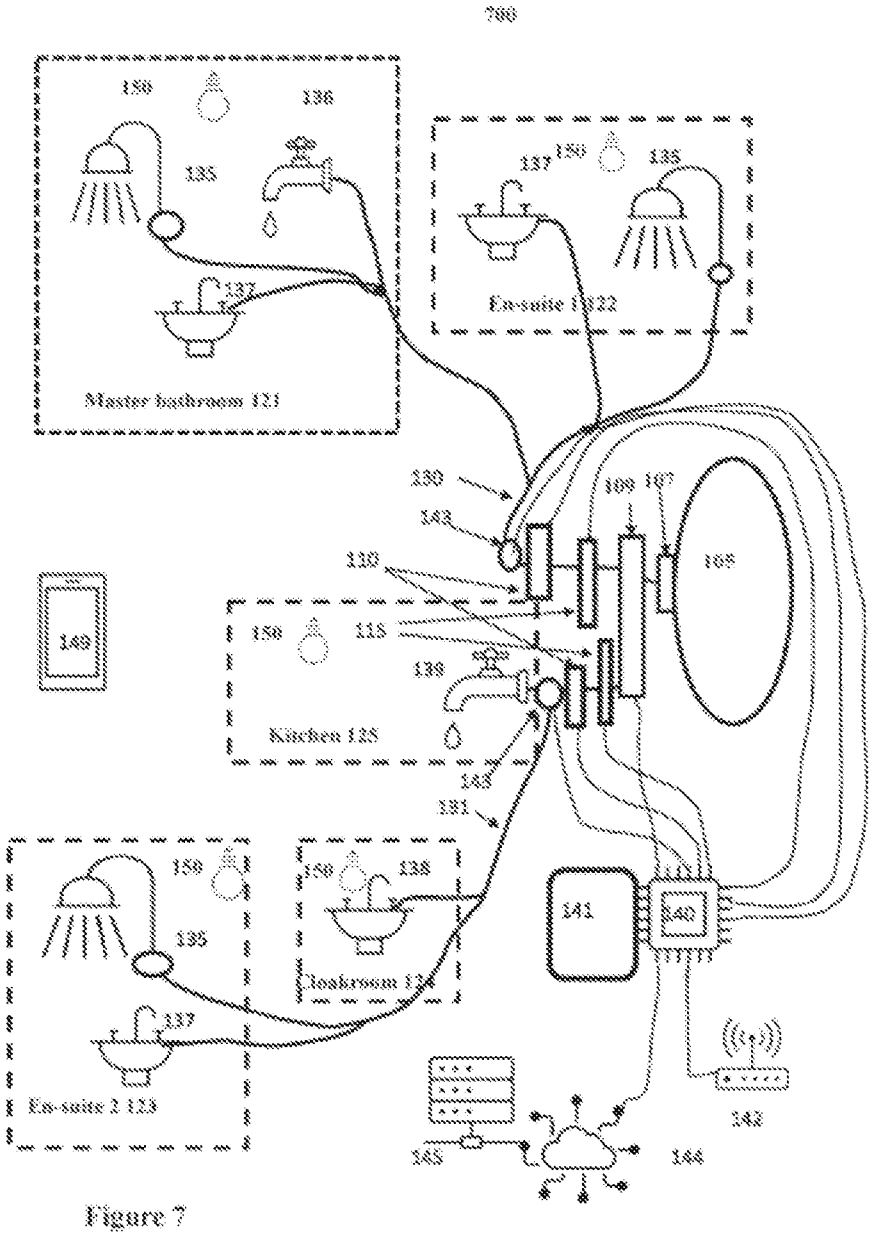

700
150
136
135
137
Master bathroom 121
137
150
135
En-suite 1 122
130
142
110
109
107
105
140
150
115
130
Kitchen 125
145
131
150
136
135
137
En-suite 2 123
150
138
Bathroom 124
141
143
142
145
144

Figure 7

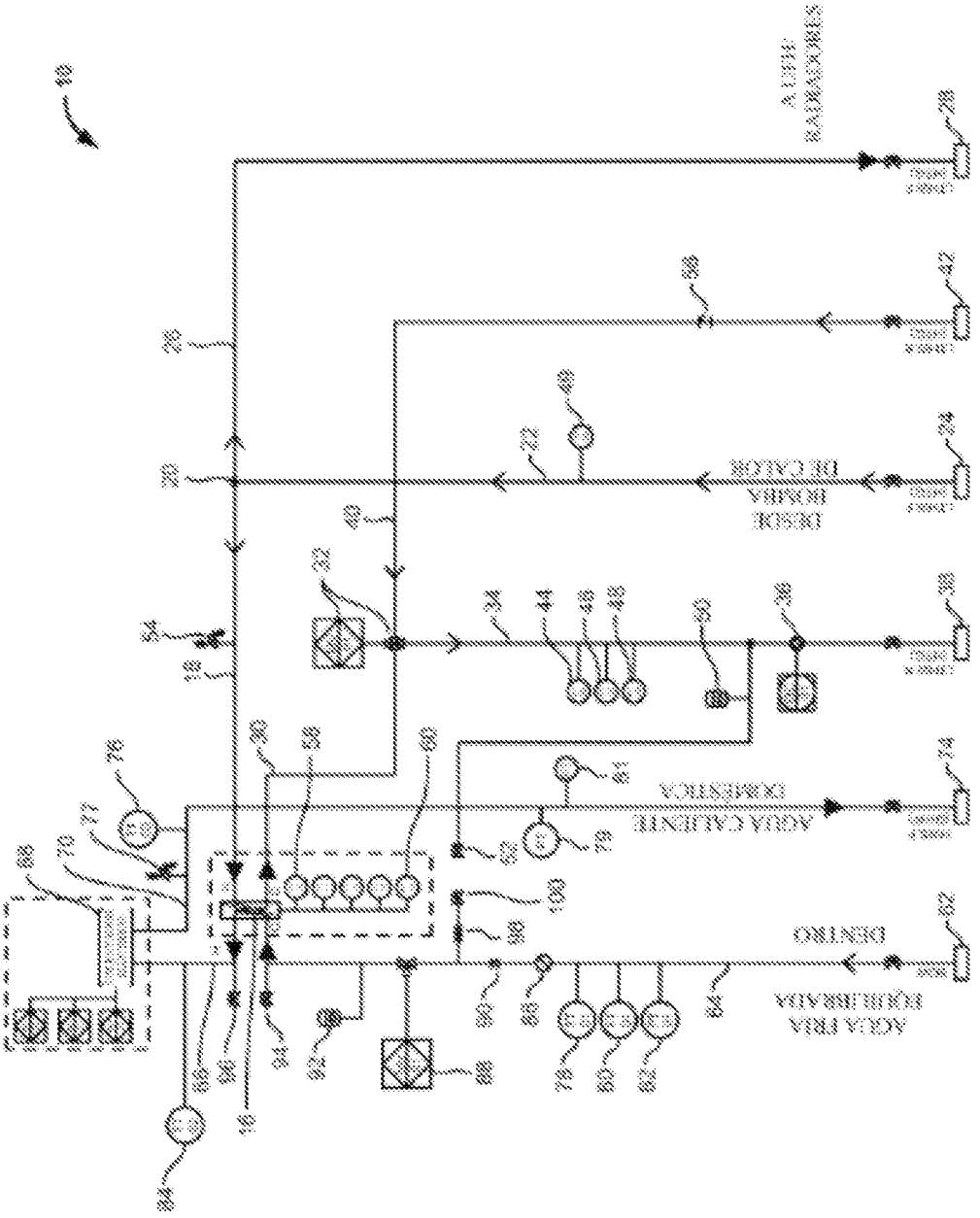

AGUA CALIENTE
CALEFACCIÓN
AGUA FRÍA
DESCARGA
CENTRO
DESDE
BOMBA
DE CALOR

Figura 8