

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 828 969**

51 Int. Cl.:

F24D 15/04	(2006.01) F25B 25/00	(2006.01)
F24D 19/10	(2006.01)	
F25B 27/00	(2006.01)	
F25B 30/02	(2006.01)	
F25B 49/02	(2006.01)	
F24D 11/02	(2006.01)	
F25B 13/00	(2006.01)	
F24D 3/08	(2006.01)	
F24D 3/18	(2006.01)	
F25B 30/06	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.11.2016** **PCT/SE2016/051142**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2017** **WO17086870**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2016** **E 16866755 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020** **EP 3377824**

54 Título: **Sistema de bomba de calor y un método para controlar un sistema de bomba de calor**

30 Prioridad:

20.11.2015 SE 1551509

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.05.2021

73 Titular/es:

SENS GEOENERGY STORAGE AB (100.0%)
Fannys väg 3
131 54 Nacka, SE

72 Inventor/es:

CALLEMO, DAVID y
THORBURN, JAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 828 969 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de bomba de calor y un método para controlar un sistema de bomba de calor

La presente invención se refiere a métodos y sistemas para bombeo de calor. En particular, se refiere a tales métodos y sistemas en los que uno o varios disipadores o fuentes de calor primarios se interconectan a uno o varios disipadores o fuentes de calor secundarios, para proporcionar un calentamiento y/o enfriamiento flexibles y sensibles de una construcción.

Existen muchas soluciones conocidas para proporcionar calor y/o frío a un edificio mediante bombeo de calor. Por ejemplo, se pueden usar perforaciones, tierra o masas de agua para proporcionar un portador de calor con temperatura estable, dicho portador de calor se puede usar para calentar agua o aire interior, o para enfriar aire interior, usando bombeo de calor. De manera similar, el aire exterior se puede usar para calentar o enfriar un portador de calor, dicho portador de calor se puede usar luego, mediante bombeo de calor, para calentar agua o aire interior, o para enfriar aire interior. Tal bombeo de calor proporciona un calentamiento o enfriamiento eficientes, lo cual es bien conocido en la técnica.

El bombeo de calor como tal también se ha descrito ampliamente en la técnica anterior. Por ejemplo, se conocen bombas de calor reversibles, así como bombas de calor de diferentes tipos.

Un ejemplo de ello es una bomba de calor líquido-líquido, dispuesta para, a través de un circuito de medio de calor interno, transferir energía térmica de un líquido a otro líquido. Otro ejemplo es una bomba de calor aire-líquido, dispuesta para, a través de un circuito de medio de calor interno similar, transferir energía térmica del aire a un líquido o viceversa.

Se conoce además "cargar" un almacenamiento de energía utilizado para enfriar con frío mediante el intercambio de calor entre el aire frío del exterior y el almacenamiento de energía.

Un problema al diseñar un sistema de bomba de calor para un edificio es que los requisitos de calentamiento y/o enfriamiento suelen fluctuar mucho durante el año, e incluso durante un solo día. Por ejemplo, durante el verano en climas templados la necesidad de calentamiento puede ser cercana a cero, mientras que la necesidad de calentamiento durante el invierno puede ser sustancial. De manera similar, la necesidad de enfriamiento puede ser intermitente durante el verano en tales climas, mientras que una piscina al aire libre puede necesitar simultáneamente calentamiento. Además, la necesidad de agua caliente del grifo puede variar según la hora del día.

Por lo tanto, la capacidad máxima requerida de un sistema de bombeo de calor suele ser mucho más alta que un requisito promedio del sistema. Esto se puede solucionar, por ejemplo, utilizando un tanque de acumulación, por ejemplo, el tanque de agua caliente del grifo. Esto es problemático, ya que dicho tanque debe ser grande para tener la capacidad suficiente, y debido a que existen pérdidas térmicas asociadas con tal almacenamiento de energía térmica. Además, puede resultar complicado o no rentable transformar la energía almacenada en calentamiento adecuado de aire o agua de piscina en interiores, mientras que la necesidad de enfriamiento no se satisface fácilmente. Además, en caso de que las condiciones para la producción de calor sean atractivas, el tanque de acumulación solo acepta cierta cantidad de energía térmica antes de que su temperatura alcance su valor máximo permitido. Por ejemplo, el agua caliente del grifo puede estar solo a 100 °C.

Otra solución que se ha propuesto es utilizar una bomba de calor con una capacidad inferior a la máxima requerida, y complementarla con un dispositivo eléctrico de calentamiento que se puede activar junto con la bomba de calor para alcanzar las mayores potencias de producción requeridas por el edificio en cuestión.

Dicho calentamiento eléctrico es caro y también es una solución menos atractiva desde un punto de vista medioambiental, en comparación con el uso de bombeo de calor. Sin embargo, una bomba de calor sobredimensionada también es cara y puede que no funcione con la máxima eficiencia a la potencia relativamente baja requerida en la mayoría de las situaciones.

Además, existe el problema de que las perforaciones geotérmicas se enfrían durante el verano, debido al calentamiento excesivo de las casas, lo que hace que el suelo en general se enfríe con el tiempo, en particular en sitios con muchas perforaciones de este tipo. Esto, a su vez, conduce a una disminución de la eficiencia de calentamiento utilizando tales sistemas de calentamiento geotérmico.

Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema de bomba de calor flexible y simple que pueda distribuir de manera óptima la energía térmica entre un edificio y su entorno con una alta eficiencia promedio. También existe la necesidad de monitorizar un sistema de bomba de calor de una manera más rentable que en el caso de los sistemas de bomba de calor convencionales. En particular, los sistemas de bombas de calor pueden volverse bastante complejos, con numerosas válvulas y otros componentes. A menudo es difícil detectar daños en dichos componentes sin realizar una inspección regular. Sería deseable automatizar dicha inspección, con el objetivo de detectar daños en los componentes en un punto temprano antes de que se produzcan daños más graves.

El documento US 8726682 B1 divulga un sistema híbrido de múltiples fuentes que utiliza varias fuentes de calor. Sobre

la base de las temperaturas medidas de un medio de calor, se utilizan múltiples modos de calentamiento.

El documento US 5081846 A divulgan un sistema de bomba de calor y calentamiento de agua integrado con un accionamiento de compresor de velocidad variable y una válvula de expansión con ciclo de trabajo variable.

Los documentos EP 0952386 A2 y GB 2346674 A divulgan formas de detectar un estado de error en una válvula.

5 La presente invención resuelve los problemas descritos anteriormente.

Por tanto, la invención se refiere a un sistema de bomba de calor que comprende al menos un circuito de medio de calor que a su vez comprende un compresor, una válvula de expansión, al menos dos medios primarios de intercambio de calor dispuestos para transferir energía térmica entre un medio de calor de lado primario y al menos uno de dos disipadores o fuentes de calor primarios diferentes seleccionados de aire exterior, una masa de agua, el suelo o el aire de escape, al menos unos medios de intercambio de calor secundario, dispuesto para transferir energía térmica entre un medio de calor de lado secundario y al menos uno de dos disipadores o fuentes de calor secundarios diferentes seleccionados entre aire interior, agua de piscina y agua del grifo, un sensor de temperatura respectivo dispuesto para medir la temperatura de cada uno de dichos disipadores o fuentes de calor primarios, unos medios de válvula dispuesto para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario a al menos uno de dichos medios primarios de intercambio de calor, y unos medios de control dispuesto para controlar dichos medios de válvula, dicho sistema se caracteriza por que los medios de control se disponen para, en un modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario, medir la temperatura de dichos disipadores o fuentes de calor primarios, y controlar los medios de válvula para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario solo a los medios primarios de intercambio de calor que están disponibles para proporcionar calor al circuito de bomba de calor y que están asociados con el disipador o fuente de calor con la temperatura más alta, o a varios de dichos medios primarios de intercambio de calor que están disponibles para proporcionar calor al circuito de bomba de calor y que están asociados con los respectivos disipadores o fuentes de calor con las temperaturas más altas.

La invención también se refiere a un método para controlar un sistema de bomba de calor que comprende un circuito de medio de calor que a su vez comprende un compresor, una válvula de expansión, al menos dos medios primarios de intercambio de calor dispuestos para transferir energía térmica entre un medio de calor de lado primario y al menos uno de dos disipadores o fuentes de calor primarios diferentes seleccionados entre aire exterior, una masa de agua o el suelo, al menos unos medios secundarios de intercambio de calor dispuesto para transferir energía térmica entre un medio de calor de lado secundario y al menos uno de dos disipadores o fuentes de calor secundarios diferentes seleccionados entre aire interior, agua de piscina y agua del grifo, un sensor de temperatura respectivo dispuesto para medir la temperatura de cada uno de dichos disipadores o fuentes de calor primarios, unos medios de válvula dispuesto para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario a al menos uno de dichos medios primarios de intercambio de calor, y unos medios de control dispuestos para controlar dichos medios de válvula, dicho método se caracteriza por que el método comprende una etapa en donde los medios de control miden la temperatura de dichos disipadores o fuentes de calor secundarios, y por que el método comprende además una etapa, en un modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario, en el que los medios de control controlan los medios de válvula para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario a solo el medios primarios de intercambio de calor que están disponibles para proporcionar calor al circuito de bomba de calor y que están asociados con el disipador o fuente de calor con la temperatura más alta, o a varios de dichos medios primarios de intercambio de calor que están disponibles para proporcionar calor al circuito de bomba de calor y que están asociados con el disipador o fuente de calor con las temperaturas más altas.

A continuación, la invención se describirá en detalle, con referencia a ejemplos de realizaciones de la invención y a los dibujos adjuntos, en donde:

La Figura 1a es un diagrama general de un sistema de bomba de calor según una primera forma de realización de la invención que muestra la circulación en un primer patrón de circulación;

45 La Figura 1b es un diagrama general de un sistema de bomba de calor según dicha primera realización de la invención que muestra la circulación en un segundo patrón de circulación;

La Figura 1c es un diagrama general de un sistema de bomba de calor según dicha primera realización de la invención que muestra la circulación en un tercer patrón de circulación; y

50 La Figura 1d es un diagrama general de un sistema de bomba de calor según dicha primera realización de la invención que muestra la circulación en un cuarto patrón de circulación.

Todas las figuras comparten los mismos números de referencia para partes iguales o correspondientes.

Las Figuras 1a y 1b muestran un sistema de bomba de calor 100 según una realización preferida de la invención. El sistema de bomba de calor 100 comprende una parte de bomba de calor 200, que comprende un circuito de medio de calor de bucle interior 210, 220, 230, 240, 250 en el que se hace circular un medio de calor interior. El circuito de medio de calor de bucle interior comprende al menos un compresor 211 y al menos una válvula de expansión 232, 242 (en las realizaciones ejemplificadoras ilustradas en las figuras, hay dos válvulas de expansión, por las razones que se

explican a continuación).

El sistema de bomba de calor 100 se dispone preferiblemente para calentar y/o enfriar una construcción, preferiblemente que sea o que comprenda un edificio, tal como un edificio de apartamentos o una oficina u otro edificio comercial, pero preferiblemente una casa pequeña de una o dos familias. Tal construcción también puede comprender partes a calentar y/o enfriar que sean periféricas a tal edificio, pero que sigan siendo parte de la misma construcción o inmueble, tal como una piscina al aire libre 342 dispuesta junto a tal edificio.

Además, el sistema de bomba de calor 100 comprende o se asocia con una parte lateral primaria 400 y una parte lateral secundaria 300. En el lado primario, el intercambio de calor se realiza entre un medio de calor de lado primario y varias fuentes externas de calor y/o frío; en el lado secundario, el intercambio de calor se realiza entre un medio de calor de lado secundario y varios dispositivos consumidores de calor y/o frío. Por tanto, la energía térmica se puede transportar hacia o desde el lado primario 400, a través de la parte de bomba de calor 200, desde o hacia el lado secundario 300, dependiendo de los requisitos de calor o frío de dichos dispositivos consumidores. La parte de bomba de calor 200 realiza una acción de bombeo de calor durante el curso de esta transferencia de energía térmica, en contraposición a realizar únicamente intercambio de calor. Como se ejemplificará a continuación, la energía térmica también se puede proporcionar directamente entre el lado primario 400 y el lado secundario 300, usando intercambio de calor sin ninguna acción de bombeo de calor.

Como se ilustra en las Figuras 1a y 1b, se prefiere que el lado primario 400 comprenda un circuito de medio de calor 410, 420, 430, 440, 450, 460 que está separado del circuito de medio de calor de bucle interior 210, 220, 230, 240, 250, en donde estos dos circuitos se comunican térmicamente entre sí a través de un intercambiador de calor 214. Aunque se prefiere que el intercambiador de calor 214, así como el intercambiador de calor 215 (véase más abajo) puedan ser parte del circuito interior 200, uno o ambos de estos pueden formar parte de las partes 400, 300, respectivamente.

Sin embargo, los circuitos 210, 220, 230, 240, 250 y 410, 420, 430, 440, 450, 460 pueden ser alternativamente uno y el mismo circuito, compartiendo un mismo medio de calor. La separación de los dos circuitos como se ilustra en las Figuras 1a y 1b es ventajosa en algunas realizaciones, ya que entonces es posible seleccionar un bucle interno respectivo adecuado y un medio de calor de lado primario con mayor libertad, de modo que se pueda utilizar un medio de calor adecuado en el circuito de bomba de calor interno 210, 220, 230, 240, 250, y un medio de calor adecuado diferente se puede usar en el circuito de lado primario 410, 420, 430, 440, 450, 460, este último normalmente tiene diferentes requisitos de temperatura, etc. que el primero. Por otra parte, al tener un solo circuito, la bomba de circulación 461 puede, por ejemplo, omitirse, lo que conduce a costes más bajos, y pueden reducirse las pérdidas innecesarias en el intercambiador de calor 214. Además, el conducto en el circuito 220 puede tener que soportar una presión considerable, lo que puede no ser el caso del circuito 460, haciendo que el sistema 100 sea menos costoso con el circuito 220 separado del circuito 460.

De manera similar, el lado secundario 300 comprende un circuito de medio de calor 310, 320 que (como se muestra en las figuras) preferiblemente está aislado pero que puede ser compartido con el circuito de bomba de calor de bucle interior 210, 220, 230, 240. A través del circuito de lado secundario 310, 320, fluye un medio de calor de lado secundario, que se intercambia calor al medio de calor de bucle interno que fluye a través del circuito de bomba de calor interno 210, 220, 230, 240, 250 utilizando el intercambiador de calor 215. El flujo en los circuitos 310, 320 es impulsado por una bomba de circulación 317.

De lo anterior, está claro que hay tres circuitos de conductos principales: el circuito 410, 420, 430, 440, 450, 460 del lado primario 400; el circuito 310, 320 del lado secundario 300; y el circuito interior 210, 220, 230, 240, 350. Para muchas aplicaciones, se prefiere la configuración ilustrada en la Figura 1a, a saber, que los tres circuitos de conductos principales estén separados en términos de trayectorias de flujo de medio de calor respectivas. Sin embargo, el circuito de lado primario y/o el circuito de lado secundario pueden estar interconectados con el circuito interno de manera que estos circuitos se comuniquen, en particular para que realmente formen un circuito de bucle conectado a través del que fluye el medio de calor respectivo en una forma de bucle. Por tanto, el medio de calor de lado primario y el medio de calor de bucle interior pueden ser uno y el mismo; y el medio de calor de lado secundario y el medio de calor de bucle interno pueden ser uno y el mismo. En algunos casos, se comprende que los tres - el medio de calor de lado primario; el medio de calor de lado secundario; y el medio de calor de bucle interno - pueden ser el mismo medio de calor, circulando en el mismo bucle de circuito conectado 310, 320, 210, 220, 230, 240, 250, 410, 420, 430, 440, 450, 460. También es posible que dichos circuitos estén separados los tres, posiblemente con tres medios de calor respectivos diferentes.

A continuación, todas estas posibilidades se consideran aplicables cuando sea posible y se desee por diversas razones.

Según una realización preferida, se disponen al menos dos medios primarios de intercambio de calor 422, 433, 452 para transferir energía térmica entre el medio de calor de lado primario y al menos uno de dos disipadores o fuentes de calor primarios diferentes seleccionados del aire exterior, una masa de agua, el suelo o el aire de escape de la construcción. En este contexto, "el suelo" puede ser una perforación 431 tal como la ilustrada en las figuras, pero puede ser alternativa o adicionalmente, por ejemplo, un conducto colector poco enterrado debajo de un césped o

similar.

En las figuras, dichos disipadores o fuentes de calor primarios se ejemplifican por el aire exterior cerca de la construcción que se va a calentar y/o enfriar, en que un intercambiador de calor de aire 422, tal como un ventilador convector, se dispone para transferir energía térmica a dicho aire exterior desde el medio de calor de lado secundario o viceversa; el suelo, en que un conducto colector 433 se dispone en una perforación 431, y se dispone para transferir energía térmica al suelo que rodea la perforación 431 desde el medio de calor de lado secundario que fluye a través del conducto 433 o viceversa; y aire de escape de la construcción, en que un intercambiador de calor 452 se dispone para transferir energía térmica desde el aire de escape en un tubo de aire de escape 453 al medio de calor de lado secundario. Dicho aire de escape es preferiblemente aire ventilado de un edificio.

En este documento, la expresión "medios primarios de intercambio de calor" se refiere a unos medios de intercambio de calor dispuestos para lograr la transferencia de energía térmica entre el medio de calor de lado primario y un disipador o fuente de calor primarios dispuestos de modo que no afecte sustancialmente a la temperatura de la construcción a calentar y/o enfriar usando un sistema según la presente invención. Dichos medios primarios de intercambio de calor pueden ser, por ejemplo, tales medios 422, 433 que se disponen al aire libre o al menos fuera de la construcción para ser calentados y/o enfriados, o pueden operar con el aire de escape que sale de la construcción, tales como los medios 452. Se comprende que puede haber más de dos medios primarios de intercambio de calor que operan frente a una y la mismo disipador o fuente de calor. Aparte de los tres medios primarios de intercambio de calor 412, 422, 433 mostrados en la Figura 1a, otros ejemplos comprenden disponer varias perforaciones paralelas con respectivos conductos colectores. Además, también puede haber más de dos disipadores o fuentes de calor primarios que se utilizan en paralelo. En el caso de que haya al menos dos disipadores o fuentes de calor primarios, se prefiere que se seleccionen entre aire exterior, una masa de agua y el suelo.

De acuerdo con una realización preferida, hay al menos unos medios secundarios de intercambio de calor 314, 315, 316, dispuestos para transferir energía térmica entre el medio de calor de lado secundario y al menos uno de dos disipadores o fuentes de calor secundarios diferentes seleccionados de aire interior, agua de piscina, agua del grifo y un terreno al aire libre o un piso en la construcción. En las figuras, estos disipadores o fuentes de calor secundarios están ejemplificados por el aire interior dentro de la construcción, en el que un convector de ventilador interior 314 se dispone para transferir energía térmica a dicho aire interior desde el medio de calor de lado secundario o viceversa; un circuito de calentamiento de líquido interior aislado, en el que un intercambiador de calor 315 se dispone para transferir energía térmica a dicho circuito de agua interior 330 que sirve a los radiadores interiores 332 o un sistema de calentamiento/enfriamiento de suelo, desde el medio de calor de lado secundario, o viceversa; y el agua 343 de una piscina 342, porque un intercambiador de calor 316 se dispone para transferir energía térmica a dicha agua 343 desde el medio de calor de lado secundario o viceversa. En las figuras no se muestra la opción en la que se calienta y/o se enfría un suelo exterior o un piso en la construcción. En este último caso, el medio de calor de lado secundario se dirige, utilizando un circuito de lado secundario adecuado, a un bucle en el suelo o piso de exterior para calentar la capa de suelo más superior. Por ejemplo, el suelo o piso de exterior puede ser un campo de deportes que requiera calentamiento durante el invierno para mantenerlo libre de nieve y hielo, o un campo de hockey sobre hielo que requiera enfriamiento para el mantenimiento del hielo. También puede haber un intercambiador de calor dispuesto entre dicho circuito de lado secundario y el bucle de portador de calor dispuesto en el suelo.

Se comprende que los medios secundarios de intercambio de calor ilustrados 314, 315, 316 son solo ejemplos de dichos medios secundarios de intercambio de calor, y además que dichos medios secundarios de intercambio de calor también pueden, por ejemplo, estar conectados en serie o tanto en serie como en paralelo.

El bucle de agua 330 es servido por una bomba de circulación 331.

La piscina 342 puede ser, en ciertas realizaciones, un tanque para agua caliente del grifo 343, la principal diferencia con el ejemplo de la piscina es que los requisitos de temperatura para el agua 343 son diferentes; para la piscina típicamente se desea una temperatura del agua de aproximadamente 20-30 °C, mientras que para un ejemplo de tanque de agua caliente se desearían temperaturas considerablemente más altas, como 50-80 °C.

Como se puede ver en las figuras, los disipadores o fuentes de calor de lado secundario se conectan de manera que el calor o el frío suministrados desde la parte de bomba de calor 200 se puedan suministrar selectivamente a uno o varios de dichos disipadores o fuentes de calor de lado secundario. En las figuras, esto se ejemplifica por la conexión en paralelo de los disipadores o fuentes de calor de lado secundario, estando dispuestas las respectivas válvulas de cierre 311, 312, 313 para cerrar cualquiera de ellos de manera seleccionable; y porque el medio de calor interno se hace circular a través de estos conductos 310 conectados en paralelo. De esta manera, los medios de control 500 (véase más abajo) pueden dirigir selectivamente calor o frío desde la parte de bomba de calor 200 a uno o varios receptores de dicho calor o frío en el lado secundario 300.

En este documento, la expresión "medios secundarios de intercambio de calor" se refiere a unos medios de intercambio de calor dispuestos de manera que puedan afectar sustancialmente a la temperatura de la construcción a calentar y/o enfriar usando un sistema según la presente invención. Dichos medios secundarios de intercambio de calor pueden ser, por ejemplo, medios dispuestos para lograr la transferencia térmica entre el medio de calor de lado secundario y un disipador o fuente de calor dispuesto en el interior, o al menos dentro de los límites de una construcción

o inmueble real a calentar y/o enfriar usando un sistema de acuerdo con la presente invención. De manera análoga al caso de los medios primarios de intercambio de calor descritos anteriormente, puede haber más de unos medios secundarios de intercambio de calor operando frente a una y el mismo disipador o fuente de calor, tal como varios bucles de radiador paralelos con su propio intercambiador de calor respectivo al medio de calor de lado secundario o un intercambio de calor tanto directo 314 como indirecto 315, 332 hacia el aire interior; y puede haber más de dos disipadores o fuentes de calor secundarios que se utilizan en paralelo, como se muestra en las figuras.

Se comprende que el término "disipador o fuente de calor" se usa aquí para referirse a algún tipo de entidad con la capacidad de emitir y absorber energía térmica, y que por lo tanto puede usarse para calentar o enfriar un medio de calor respectivo a través del intercambio de calor para el disipador o fuente de calor utilizando unos medios de intercambio de calor dispuestos para realizar dicho intercambio de calor. El hecho de que el medio de calor se caliente o enfríe realmente depende del principio de funcionamiento utilizado en el instante particular, en particular de la diferencia de temperatura relativa entre el disipador o fuente de calor y el medio de calor. Para algunos disipadores o fuentes de calor, como el agua de una piscina, es probable o que siempre se realice solo un tipo de transferencia térmica, en ese caso particular el calentamiento del agua de la piscina enfriando el medio de calor correspondiente. Lo correspondiente es cierto con respecto a la fuente 452, que probablemente o siempre enfriará el aire de escape calentando así el medio de calor de lado primario.

Se comprende además que el término "circuito" en este documento se utiliza para indicar una disposición de conductos a través de los que puede fluir medio de calor. Tal circuito puede ser o no un bucle cerrado. Sin embargo, un "circuito en bucle", como se usa aquí, es un circuito de bucle cerrado de medio de calor.

Además, según una realización preferida, el sistema 100 comprende un sensor de temperatura respectivo 423, 432, 454, cada uno dispuesto para medir la temperatura de una de cada uno de dichos disipadores o fuentes de calor primarios. Tal medición se puede realizar de diferentes formas. Un ejemplo es medir directamente la temperatura del disipador o fuente de calor en cuestión, como el sensor 423 que mide el aire exterior o el sensor 432 que mide la temperatura de la perforación 431 a una profundidad particular. Sin embargo, también es posible medir la temperatura del disipador o fuente de calor en cuestión indirectamente, como midiendo la temperatura del medio de calor de lado primario después de pasar a través del intercambiador de calor 422, 433, 452 pasando el disipador o fuente de calor en cuestión, posiblemente teniendo en cuenta el conocimiento sobre cómo se espera que un disipador o fuente de calor en particular afecte a la temperatura de un medio de calor que fluye más allá del disipador o fuente de calor en cuestión. Este es el caso del sensor de temperatura 454, que mide la temperatura del medio de calor de lado primario después del paso del intercambiador de calor 452.

En otro ejemplo, como alternativa o además del sensor 423 se utiliza un par 424, 425 de sensores de temperatura, dispuestos para medir la temperatura del medio de calor aguas arriba y aguas abajo del intercambiador de calor 422; y como una alternativa o además del sensor 432 también se puede usar un par 434, 435 de sensores de temperatura, dispuestos para medir la temperatura del medio de calor aguas arriba y aguas abajo del intercambiador de calor 433. Por lo tanto, también es posible usar una combinación de estos dos principios básicos de medición.

Además, según una realización preferida, el sistema 100 comprende unos medios de válvula dispuesto para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario a al menos uno de dichos medios primarios de intercambio de calor 422, 433, 452. En las figuras, este medios de válvula está ejemplificado mediante una primera válvula de tres vías 421, dispuesta para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario desde el circuito 460 a cualquier circuito 420 (pasando el intercambiador de calor 422 de aire exterior) o directamente a la válvula de tres vías 431 (sin pasar el intercambiador de calor 422). Otro ejemplo de dichos medios de válvula es la válvula de tres vías 431, dispuesta para dirigir selectivamente el medio de calor de lado secundario desde el circuito 460 (que llega a la válvula de tres vías 431 desde la válvula de tres vías 421 o desde el circuito 420) al circuito 430 (pasada el conducto colector de intercambio de calor 433 de la perforación 431) o (a través del circuito 420) directamente al circuito 440. Un tercer ejemplo es la válvula de tres vías 451, dispuesta para dirigir selectivamente el medio de calor de lado secundario desde el circuito 430 o 440 al circuito 450, a través del intercambiador de calor 452, o directamente de regreso al circuito 460.

Se prefiere que dichos medios de válvula estén dispuestos para cerrar completamente o sustancialmente por completo el suministro de medio de calor de lado primario a al menos dos medios primarios de intercambio de calor, de manera selectiva. En este sentido, los medios de válvula comprenden al menos dos o incluso las tres válvulas de tres vías 421, 431, 451, que trabajan juntas como un solo "medios de válvula".

En este documento, el término "dirigir selectivamente" y "apagar selectivamente" significa dirigir el medio de calor o cerrar el acceso del medio de calor a uno o más disipadores o fuentes de calor mientras que al mismo tiempo no se dirige el medio de calor o se cierra el acceso de medio de calor a otros disipadores o fuentes de calor. Por tanto, dichos medios de válvula se disponen para controlar a qué disipadores o fuentes de calor se dirige el medio de calor en cada momento.

Con fines puramente ejemplificadores, las flechas que se muestran en la Figura 1a ilustran el flujo cuando el medio de calor de lado primario se dirige selectivamente solo al intercambiador de calor de aire exterior 422, mientras que las flechas que se muestran en la Figura 1b ilustran el flujo cuando el medio de calor de lado primario se dirige

selectivamente únicamente al conducto colector de tierra 433. Las Figuras 1c y 1d ilustran ambas una combinación de estos flujos, por lo tanto, cuando se utilizan tanto fuentes de calor como disipadores.

Además, se prefiere disponer unos medios de control 500 para controlar dichos medios de válvula 421, 431, 451, y también los medios de válvula 411 y 212 (véase más adelante). Los medios de control 500 pueden ser, por ejemplo, un servidor dispuesto localmente en la construcción para ser calentado y/o enfriado, o un servidor ubicado centralmente dispuesto remotamente y conectado a la construcción a través de internet. Los medios de control 500 tienen una interfaz de comunicación digital cableada y/o inalámbrica adecuada con varios sensores y/o actuadores del sistema 100, que son leídos y/o controlados por los medios de control 500. Preferiblemente, todos los sensores, válvulas y otros equipos legibles y/o controlables, tales como el compresor variable 211 y las válvulas de expansión variable 232, 242, se conectan a los medios de control 500 de manera adecuada, para lectura y/o control por los medios de control 500. Los medios de control 500 también tienen preferiblemente un procesador convencional y una base de datos convencional, y ejecuta una función de software para el control y la administración del sistema de bomba de calor 100. Preferiblemente, los medios de control 500 se conectan y disponen para recibir datos de proveedores de datos externos tales como proveedores de previsiones meteorológicas locales, para su uso en el control del funcionamiento del sistema 100. Los medios de control 500 también se conectan preferiblemente a varios sensores exteriores e interiores, tales como sensores de temperatura, presión de aire, humedad, incidencia de luz solar, etc., que pueden ser convencionales como tales y se ilustran conjuntamente en las figuras mediante 501. Usando tales sensores externos y datos externos, los medios de control 500 se disponen para controlar el sistema 100 con el objetivo de mantener, a lo largo del tiempo, un intervalo de temperatura interior predeterminado; una respectiva temperatura mínima del agua caliente del grifo y del agua de la piscina, y así sucesivamente, dependiendo de los ajustes realizados por un usuario del sistema 100, como por ejemplo utilizando de forma remota un medio de interfaz de usuario del servidor web proporcionado por el dispositivo de control 500. Esta función de control del dispositivo de control 500 se ejemplificará a continuación.

El sistema 100 se puede ejecutar en varios modos diferentes. Como se usa en este documento, en un "modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario", la energía térmica se transfiere desde al menos una fuente de calor de lado primario 400 y se transfiere, a través de la acción de la bomba de calor en la parte 200 y el intercambio de calor como se ha descrito anteriormente, a al menos un disipador de calor de lado secundario 300 que consume calor. En consecuencia, en un "modo de funcionamiento de enfriamiento de lado secundario", la energía térmica se transfiere desde al menos una fuente de calor de lado secundario 300 y se transfiere, mediante la acción de la bomba de calor en la parte 200 y el intercambio de calor, al menos a un disipador de calor del lado primario 400. En el modo de funcionamiento de enfriamiento de lado secundario, la energía térmica también se puede transferir desde el lado secundario 300 al lado primario 400 sin bombeo de calor, como se ejemplifica en el circuito 410 (véase más abajo).

Como se mencionó anteriormente, la parte de bomba de calor 200 comprende un compresor 211, que preferiblemente también actúa como bomba. El compresor 211 se conecta a una válvula de cuatro vías 212, dispuesta para controlar la función de la parte de bomba de calor 200 para que sea una bomba de calor de enfriamiento o de calentamiento con respecto al lado secundario 300. En la operación de calentamiento, el medio de calor interno cuyo flujo se ilustra usando flechas en las Figuras 1a-1c, la válvula de cuatro vías 212 dirige el medio de calor al circuito 250, para entregar calor a través del intercambiador de calor 215 al lado secundario 300. Al regresar de allí, el medio de calor pasa el circuito 240, que comprende la válvula de expansión 242 y la válvula antirretorno 241, después de lo cual el medio de calor pasa por el intercambiador de calor 214 y regresa, a través del circuito 220 y la válvula de cuatro vías 212, de regreso al compresor 211.

Por otro lado, en una funcionamiento de enfriamiento de la parte de bomba de calor 200, cuyo flujo se ilustra usando flechas en la Figura 1d, la válvula de cuatro vías 212 se ajusta de manera que el medio de calor interno que fluye desde el compresor 211 sea dirigido al circuito 220 y luego al intercambiador de calor 214, para entregar calor al lado primario 400. A continuación, el medio de calor pasa por el circuito 230, que comprende la válvula de expansión 232 y la válvula antirretorno 231, después de lo cual pasa al circuito 250 y al intercambiador de calor 215 para absorber calor de lado secundario 300. A continuación, el medio de calor pasa de nuevo, a través de la válvula de cuatro vías 212, de regreso al compresor 211.

Las válvulas de retención 231, 241 aseguran que se pase la válvula de expansión 232 o la válvula de expansión 242, dependiendo de la sentido de flujo del medio de calor interno. Esta construcción es simple pero robusta para lograr la reversibilidad de la parte de bomba de calor 200.

Es decir, se prefiere que la parte de bomba de calor 200 sea reversible, en otras palabras, se puede configurar en un modo de calentamiento, entregando energía térmica desde el lado primario 400 al lado secundario 300, y en un modo de enfriamiento, entregando energía térmica desde del lado secundario 300 al lado primario 400. La reversibilidad puede proporcionarse usando otras disposiciones de válvula distintas a la ilustrada, por razones de ejemplo, en las figuras. Los medios de control 500 se disponen para controlar la parte de bomba de calor 200 para que, para cada punto particular en el tiempo, esté en modo de calentamiento o de enfriamiento.

Según la invención, los medios de control 500 se disponen para, en al menos uno de dichos modos de funcionamiento de calentamiento de lado secundario, medir la temperatura de dichos disipadores o fuentes de calor primarios, y para controlar dichos medios de válvula 421, 431, 451, para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario solo a

los medios primarios de intercambio de calor que están disponibles para proporcionar calor al circuito de bomba de calor y asociados con el disipador o fuente de calor primarios con la temperatura más alta, o varios de dichos medios de calor primario que están disponibles para proporcionar calor al circuito de bomba de calor y asociados con el disipador o fuente de calor primarios con las temperaturas más altas, tales como las dos fuentes de calor que están más calientes por el momento.

En este documento, la expresión "disponible para proporcionar calor al circuito de bomba de calor" significa que la disipador o fuente de calor primarios en cuestión están lo suficientemente calientes como para poder calentar, mediante intercambio de calor, al menos un medio de calor en el circuito de bomba de calor 210, 220, 230, 240, 250, 310, 320, 410, 420, 430, 440, 450, 460 con el propósito de proporcionar calor a al menos uno de los disipadores o fuentes de calor secundarios como se ha descrito anteriormente. Esto puede significar que el disipador o fuente de calor primarios en cuestión están más calientes que un medio de calor de lado primario que fluye, en un circuito de bomba de calor de lado primario 410, 420, 430, 440, 450, 460, pasando por un intercambiador de calor 214 de un circuito de bomba de calor de bucle interior 210, 220, 230, 240, 250, como se ilustra en las Figuras 1a-1c. Por ejemplo, tal temperatura del medio de calor de lado primario puede medirse inmediatamente aguas abajo de dicho intercambiador de calor 214 usando un sensor de temperatura opcional 263 y compararse con la temperatura medida de la disipador o fuente de calor de lado primario. Esto puede significar, alternativamente, en el caso en el que el circuito de bucle interno y el circuito de lado primario comparten el mismo medio de calor, que el disipador o fuente de calor primarios en cuestión están lo suficientemente calientes como para ser determinados por los medios de control 500, basándose en alguna condición predeterminada, para poder proporcionar un calentamiento eficiente dado el estado operativo actual del circuito de bomba de calor. Preferiblemente, tal condición se determina basándose en las mediciones de temperatura del medio de calor que fluye en el circuito de bomba de calor.

Cabe señalar que la temperatura de los disipadores o fuentes de calor primarios se puede medir directa o indirectamente, como se ha descrito anteriormente.

Usando tal sistema de bomba de calor 100, con un sistema de válvula para dirigir selectivamente un medio de calor de lado primario a varios disipadores o fuentes de calor de lado primario diferentes, y seleccionar activamente el o los más calientes para transferir energía térmica a la función de bombeo de calor del sistema de bomba de calor, se puede permitir que el sistema funcione siempre con una alta eficiencia. En particular, es posible lograr una eficiencia tan alta en un intervalo de potencia más amplio, y preferiblemente sin tener que usar una fuente de calor de recarga (como calentamiento eléctrica) para manejar los picos de requisitos de potencia.

De acuerdo con la invención, los medios de control 500 se disponen para, en al menos un modo de funcionamiento, no dirigir el medio de calor de lado primario a todos los medios primarios de intercambio de calor 422, 433, 452 que están disponibles para proporcionar calor al circuito de bomba de calor, sino únicamente a un subconjunto de dichos medios primarios de intercambio de calor disponibles. Para tomar un ejemplo simple, en caso de que un sistema tenga acceso tanto a una fuente de calor de aire exterior como a una fuente de calor del suelo, las cuales están disponibles ya que están lo suficientemente calientes, los medios de control pueden dirigir el medio de calor solo al intercambiador de calor correspondiente 422 de la fuente de calor de aire exterior, ya que esta fuente de calor es más cálida que la fuente de calor de suelo. Dado que puede haber muchas disipadores o fuentes de calor diferentes disponibles para el sistema, la selección puede ser más compleja que este simple ejemplo.

En una primera alternativa preferida, los medios de control 500 se disponen para evaluar primero, mediante la medición de temperatura como se ha descrito anteriormente, qué medios primarios de intercambio de calor 422, 433, 452 están disponibles para proporcionar calor al circuito de bomba de calor, y luego para seleccionar a cuál de tales medios primarios de intercambio de calor disponibles para dirigir el medio de calor de lado primario. Por lo tanto, en este caso solo se consideran para la selección los disipadores o fuentes de calor disponibles, y la selección se realiza a partir de tales disipadores o fuentes de calor disponibles como un subconjunto de una o varias de tales disipadores o fuentes de calor disponibles.

En una segunda alternativa preferida, los medios de control 500 se disponen para seleccionar primero a qué medios primarios de intercambio de calor 422, 433, 452 dirigir el medio de calor de lado primario, es decir, a los medios de intercambio de calor de uno o varios disipadores o fuentes de calor más calientes, como se ha descrito anteriormente. A partir de entonces, los medios de control 500 se disponen para ajustar la temperatura del circuito de bomba de calor 210, 220, 230, 240, 250, 310, 320, 410, 420, 430, 440, 450, 460 para poder aceptar calor del uno o varios medios primarios de intercambio de calor seleccionados.

Por lo tanto, esto es al revés en comparación con la primera alternativa preferida - en lugar de seleccionar entre disipadores o fuentes de calor disponibles, la selección se realiza primero y luego los disipadores o fuentes de calor seleccionados se ponen a disposición mediante un ajuste de temperatura adecuado en el circuito de bomba de calor. Esto es particularmente ventajoso cuando se requiere una alta potencia de calentamiento, por ejemplo, en un modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario en el que el agua del grifo debe calentarse lo más rápidamente posible. Luego, se pueden reclutar más disipadores o fuentes de calor primarios para la máxima potencia, mientras se ajusta dicha temperatura de circuito de bomba de calor para poder recolectar el calor proporcionado por la fuente o fuentes de calor seleccionadas, incluso en el caso de que al menos una de las fuentes de calor seleccionadas proporcione una temperatura más baja que la que se puede explotar sin dicho ajuste de temperatura. En particular, se

prefiere, en reacción a un aumento temporal en los requisitos de potencia de calentamiento, reclutar al menos un disipador o fuente de calor adicional cuya temperatura sea más baja que los disipadores o fuentes de calor actualmente explotados.

Para ser más específicos, tomando el caso particular, descrito anteriormente, en el que el circuito de bomba de calor 210, 220, 230, 240, 250, 310, 320, 410, 420, 430, 440, 450, 460 comprende un circuito de medio de calor de bucle interno 210, 220, 230, 240, 250, que a su vez comprende el compresor 211, la válvula de expansión 232, 242 y el intercambiador de calor de bucle interno 214, cuyo intercambiador de calor 214 se dispone para comunicarse térmicamente con un circuito separado de medio de calor de lado primario 410, 420, 430, 440, 450, 460, que a su vez comprende los medios primarios de intercambio 422, 433, 452. En este caso, los medios de control 500 se disponen preferiblemente para realizar dicho ajuste de una temperatura del circuito de bomba de calor al ajustar una temperatura del medio de calor que fluye a través de dicho intercambiador de calor de bucle interno 214. Dicho ajuste de temperatura puede basarse en una medición de temperatura del sensor de temperatura opcional 216 dispuesto inmediatamente aguas arriba, y/o posiblemente inmediatamente aguas abajo, del intercambiador de calor 214 en cuestión. Por lo tanto, la temperatura del medio de calor de bucle interno se ajusta a una temperatura que es más baja que la que se entrega desde el circuito de bomba de calor de lado primario al intercambiador de calor 214, lo que hace posible que el medio de calor de lado primario caliente el medio de calor de bucle interno. Se entiende que, en particular en el caso de que haya varios disipadores o fuentes de calor primarios seleccionados, el medio de calor de lado primario suministrado al intercambiador de calor 214 puede tener una temperatura que sea diferente de la temperatura de cada disipador o fuente de calor individual. Por lo tanto, la temperatura medida por el sensor 216 puede compararse con una temperatura medida por el sensor 462 o 463. En general, la temperatura del medio de calor de bucle interno que se intercambia calor con el medio de calor de lado primario se ajusta a una temperatura que es menor que el disipador o fuente de calor seleccionados con la temperatura más baja.

En particular, se prefiere que los medios de control 500 estén dispuestos para ajustar dicha temperatura del medio de calor de bucle interno que fluye a través de dicho intercambiador de calor de bucle interno 214 al ajustar la potencia del compresor 211 y/o la potencia de una bomba separada (en caso de que el compresor 211 se complementa con dicha bomba adicional). Este ajuste puede realizarse como bucle de regulación, utilizando lecturas de temperatura del sensor 216 en un bucle de retroalimentación. Además de controlar el compresor 211 y/o tal bomba, o en lugar de tal control, se puede controlar una apertura de la válvula de expansión 242 para lograr tal temperatura del medio de calor de bucle interno. La regulación de la válvula de expansión 242 puede realizarse en un bucle de retroalimentación similar, o dicho bucle de retroalimentación puede implementarse usando el control tanto del compresor 211 como de dicha bomba, así como de la válvula de expansión 242.

Durante dicha regulación, se prefiere que el control del compresor 211 se realice para lograr una potencia deseada del sistema 100, mientras que la válvula de expansión 242 se controla para lograr la temperatura deseada del medio de calor, como se describe con más detalle a continuación.

Se puede realizar una regulación similar del medio de calor compartido en el caso en que el circuito de lado primario y de bucle interno compartan el mismo portador de calor. Entonces, la temperatura del medio de calor puede medirse usando el sensor de temperatura 216 y el compresor 211 y/o una bomba y/o la válvula de expansión 242 puede controlarse para lograr una temperatura del medio de calor que permita que el medio de calor calentarse al pasar por los correspondientes medios de intercambio de calor de los disipadores o fuentes de calor primarios seleccionados.

En particular, en el caso preferido de que los disipadores o fuentes de calor primarios a los que se disponen dichos medios de válvula para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario comprendan al menos un disipador o fuente de calor que es aire exterior y al menos un disipador o fuente de calor que es el suelo (como se ilustra en las figuras), se prefiere solo enfriar el suelo, en particular una perforación 431, cuando la temperatura del suelo, medida por el sensor 432, es más alta que el aire exterior, medida por sensor 412. Esto también da como resultado una manera simple y eficiente de no enfriar el suelo innecesariamente, lo que proporciona un uso más eficiente de la energía térmica disponible en el suelo.

En caso de que el aire de escape esté disponible a través del conducto 453, y en caso de que el aire de escape sea más cálido que el aire del exterior, se prefiere usar la fuente de calor 452 en lugar o, preferiblemente, además de la fuente de calor 422, al menos durante el mismo tiempo ya que la fuente de calor 433 es más fría que la fuente de calor 452.

En consecuencia, de acuerdo con una realización preferida, los medios de control 500 se disponen además para, en un modo de funcionamiento de enfriamiento de lado secundario, controlar los medios de válvula 421, 431, 451 para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario solo a los medios primarios de intercambio de calor con la temperatura más baja, medida por los sensores de temperatura 423, 424, 425, 432, 434, 435 y/o 454. Esto proporcionará una alta eficiencia operativa.

En la realización preferida en la que se utilizan varios disipadores o fuentes de calor de lado primario durante dicho modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario, se prefiere además que los medios de control 500 estén dispuestos para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario a al menos dos de los medios primarios de intercambio de calor con temperaturas superiores a una temperatura mínima predeterminada. En particular, se

prefiere que se utilicen todas, o al menos dos, de las fuentes de calor primarias que estén más calientes, por el momento, que dicha temperatura mínima predeterminada. Preferiblemente, dicha temperatura mínima predeterminada está entre 0 y 10 °C, más preferiblemente entre 2 y 5 °C. En particular, se prefiere no utilizar el aire exterior (fuente 422) como fuente de calor en caso de que la temperatura del aire exterior sea inferior a aproximadamente 2 °C por encima de la temperatura actual media del suelo cuando hay disponible una fuente de calor 433. La temperatura actual media se puede medir de una forma convencional como tal.

En una realización preferida similar para su uso durante el modo de funcionamiento de enfriamiento de lado secundario mencionado, en el que se usan varios disipadores o fuentes de calor de lado primario durante dicho modo de funcionamiento de enfriamiento de lado secundario, se prefiere además que los medios de control 500 estén dispuestos para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario a al menos dos de los medios primarios de intercambio de calor con temperaturas más bajas que una temperatura máxima predeterminada. En particular, se prefiere utilizar todas, o al menos dos, de las fuentes de calor primarias que estén más frías, por el momento, que dicha temperatura máxima predeterminada. Preferiblemente, dicha temperatura máxima predeterminada está entre 5 y 15 °C, más preferiblemente entre 7 y 10 °C. En particular, se prefiere no utilizar el aire exterior (fuente 422) como fuente fría en caso de que la temperatura del aire exterior esté más de aproximadamente 2 °C por debajo de la temperatura promedio del suelo cuando se dispone de una fuente de frío de suelo 433.

En particular, se prevén los siguientes modos de funcionamiento de calentamiento de lado secundario diferentes:

1. Durante una estación fría, como el invierno en climas templados, cuando existe la necesidad de calentar el aire interior y el agua del grifo, y cuando el aire exterior es más frío que el suelo que rodea la perforación 431, la energía térmica solo se extrae del suelo. En otras palabras, la válvula de tres vías 421 se ajusta como se muestra por las flechas de flujo en la Figura 1b, con las salidas izquierda y derecha abiertas y la salida superior (como se ve en la orientación de las figuras) cerrada. Al mismo tiempo, la válvula de tres vías 431 se ajusta con sus salidas izquierda y derecha abiertas, pero la inferior cerrada. Luego, el medio de calor de lado primario fluye como se ilustra en la Figura 1b. De esta manera, el calor más eficiente del suelo (en comparación con el del aire exterior) se puede utilizar para calentar la construcción. Se observa que, en este modo, el aire de escape también se puede calentar, si está disponible. Esto es realizado luego por la válvula de tres vías 451 que tiene sus salidas derecha e inferior abiertas y su salida izquierda cerrada, que también se ilustra en la Figura 1b.

2. Durante una estación cálida, como el verano en climas templados, cuando el aire exterior es más cálido que el suelo que rodea la perforación 431, la energía térmica solo se extrae del aire exterior. Por lo tanto, la válvula de tres vías 421 se ajusta con sus salidas izquierda y superior abiertas y su salida derecha cerrada, mientras que la válvula de tres vías 431 se ajusta con sus salidas izquierda e inferior abiertas y su salida derecha cerrada. Entonces, el flujo del medio de calor de lado primario será como en la Figura 1a. En este caso, así como en el modo de funcionamiento 1, también se puede utilizar el aire de escape, como se ilustra en las Figuras 1a y 1b.

3. En caso de que la diferencia de temperatura entre dos fuentes de calor, como el aire exterior y el suelo, sea inferior a un valor predeterminado, como 5 °C, se prefiere usar solo las fuentes de calor que no requieran un ventilador en funcionamiento, como el intercambiador de calor de suelo 433 y el intercambiador de calor de aire de escape 452 en el caso particular ilustrado en las figuras.

4. Durante requisitos inusualmente grandes de calentamiento en el lado secundario 300, la válvula de tres vías 421 tiene su salida izquierda y superior abierta, mientras que su salida derecha está cerrada, y la válvula de tres vías 431 tiene su salida izquierda y derecha abierta, mientras que su salida inferior está cerrada. Entonces, el flujo será como se ilustra en las Figuras 1c y 1d, y ambas fuentes de calor de lado primario se usarán para calentar a una potencia de calentamiento que es más alta que una potencia de calentamiento normal proporcionada solo usando una de las fuentes de calor. Este modo de funcionamiento también es útil cuando hay una necesidad de calentamiento de lado secundario 300 y el aire exterior es más cálido que el suelo (en este caso, se permite una gran diferencia de temperatura entre el aire exterior y el suelo). Entonces, al intercambiador de calor de aire exterior 422 pasará primero el medio de calor de lado primario, de modo que sea precalentado por el aire exterior, después de lo cual el medio de calor por lo tanto precalentado pasa por la perforación 431 en el suelo. De esta manera, resultará un medio de calor de lado primario calentado para el intercambio de calor en el intercambiador de calor 214 con el circuito interno 210, 220, 230, 240, 250, mientras que al mismo tiempo el suelo que rodea la perforación 431 se recargará con calor.

5. Durante los momentos en que el suelo que rodea la perforación 431 es más frío que el aire del exterior, y cuando no hay necesidad de calentar o enfriar en el lado secundario 300 por el momento, se prefiere que la válvula de tres vías 421 se ajuste con sus salidas izquierda y superior abiertas, mientras que su salida derecha está cerrada, y que la válvula de tres vías 431 se ajuste con sus salidas izquierda y derecha abiertas, mientras que su salida inferior está cerrada, por qué el flujo del medio de calor de lado primario es como se ilustra en las Figuras 1c y 1d. Al mismo tiempo, el flujo del circuito interior 210, 220, 230, 240, 250 se inactiva, apagándose el compresor 211, lo que resulta en ningún intercambio de calor en el intercambiador de calor 214. El resultado es que la energía térmica se mueve desde el aire exterior a la perforación 431, recargando eficazmente el suelo que rodea la perforación 431 con calor, que puede usarse durante la estación fría para calentar la construcción. Por lo tanto, este es un modo de funcionamiento de recarga de la perforación 431. Se observa que la válvula de tres vías 411 (véase más abajo) en este caso tiene sus salidas izquierda y derecha abiertas y su salida superior cerrada, de modo que no se realiza transferencia térmica

entre los lados primario 400 y secundario 300.

El modo de recarga de la perforación 431 es particularmente preferido para perforaciones 431 ya existentes que están subdimensionados, por ejemplo, en términos de profundidad de la perforación 431, para los requisitos de calentamiento de dicha construcción. En este caso, un método según una realización preferida de la presente invención comprende una etapa inicial en la que los componentes del sistema 100 se instalan utilizando dicha perforación 431 ya existente, y porque el método comprende además una etapa en la que la perforación 431 se recarga como se ha descrito anteriormente en el modo de funcionamiento 5. Preferiblemente, se mide la temperatura del medio de calor que sale de la perforación 431 y se monitoriza una tendencia. A continuación, se inicia el modo de recarga según sea necesario basándose en dicha tendencia, de modo que la perforación 431 se recarga cuando el suelo que rodea la perforación 431 se enfría demasiado.

Además de los modos 1-5 descritos anteriormente, el intercambiador de calor de aire de escape 452 se puede utilizar como fuente de calor siempre que sea deseable, para aumentar la eficiencia del sistema 100.

Como se mencionó anteriormente, la presente invención abarca además un método para controlar el dispositivo de bomba de calor 100. Dicho método comprende una etapa en la que los medios de control 500 miden la temperatura de dichos disipadores o fuentes de calor secundarios, así como una etapa adicional, en el modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario descrito anteriormente, en la que los medios de control 500 controlan los medios de válvula 421, 431 para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario solo a los medios primarios de intercambio de calor con la temperatura más alta, o a varios de dichos medios primarios de intercambio de calor que tienen las temperaturas más altas.

De acuerdo con una realización preferida, la velocidad del compresor 211 puede además controlarse dinámicamente, por los medios de control 500. Además, de acuerdo con esta realización, un tamaño de apertura respectivo de al menos una, preferiblemente cada una de las válvulas de expansión 232, 242 es ajustable, también por los medios de control 500. Entonces, los medios de control 500 se disponen para controlar la potencia instantánea del sistema de bomba de calor 100 al controlar la velocidad instantánea del compresor 211, y los medios de control 500 se disponen además para, al mismo tiempo, controlar una temperatura de salida del medio de calor (en la realización ejemplificadora ilustrada en las figuras por el medio de calor interno) que fluye desde la válvula de expansión respectiva 232, 242 al controlar la apertura de la válvula de expansión 232, 242 en cuestión dado el control velocidad del compresor 211.

Un aumento de velocidad del compresor 211 dará como resultado una mayor diferencia de presión a través del compresor 211, junto con una mayor temperatura del medio de calor interno que fluye desde el compresor 211. Una válvula de expansión 232, 242 más abierta dará como resultado un mayor flujo de calor medio saliendo de la válvula de expansión 232, 242 en cuestión pero al mismo tiempo una temperatura más baja de dicho medio de calor. Por lo tanto, ajustando la velocidad del compresor 211 para que corresponda a una potencia de bombeo de calor deseada y luego ajustando la válvula de expansión 232, 242 a una temperatura de salida deseada del medio de calor interno, se produce un medio de calor de una temperatura particular (para el intercambio de calor con consumidores de calor de lado secundario) a la potencia de calentamiento deseada.

Esto da como resultado una potencia de calentamiento flexible. Durante el funcionamiento "normal", el compresor 211 puede ajustarse a una velocidad no máxima, satisfaciendo las necesidades de energía de calentamiento de un estado "normal" de la construcción. Sin embargo, durante los requisitos de potencia de calentamiento más pesados, la velocidad del compresor 211 se puede aumentar para cumplir los requisitos más altos mientras se sigue produciendo un medio de calor de una temperatura deseada utilizando una apertura controlada más pequeña de la válvula de expansión 232, 242. Como consecuencia, el sistema de bombeo de calor 100 puede diseñarse sin necesidad de una fuente de calentamiento de recarga adicional, tal como una fuente de calentamiento directa eléctrica, para manejar situaciones de funcionamiento de calentamiento pico y aún proporcionar un funcionamiento eficiente durante la mayoría de situaciones de funcionamiento. Esto proporciona una mejor economía y preocupación por el medio ambiente. Además, durante los momentos en que la construcción no puede aceptar el calentamiento a una velocidad normal sin sobrecalentarse, la velocidad del compresor se puede controlar para cumplir con tales requisitos de calentamiento reducidos en lugar de desconectarse por completo.

En relación con las siguientes realizaciones preferidas se explicarán otras ventajas.

Se observa que un método de acuerdo con la presente invención comprende preferiblemente una etapa de método correspondiente, en la que la velocidad del compresor 211 es controlada por los medios de control 500, para lograr una cierta potencia de bombeo de calor del sistema de bomba de calor 100. Además, el método comprende una etapa en la que una apertura de la válvula de expansión 232, 242 es ajustada por los medios de control 500 para lograr cierta temperatura de salida del medio de calor interno que fluye desde la válvula de expansión 232, 242 en cuestión, dado la velocidad controlada del compresor 211.

Que la válvula de expansión 232, 242 se controle "dada la velocidad controlada del compresor 211" significa que el compresor 211 se controla a una velocidad particular, y que la válvula de expansión 232, 242 se controla para alcanzar dicha temperatura de salida con la velocidad del compresor 211 como una variable dada.

Según una realización preferida, ilustrada en las figuras, el sistema de bomba de calor 100 comprende al menos dos medios secundarios de intercambio de calor 314, 315, 316 como se explicó anteriormente, y el sistema de bomba de calor 100 comprende además unos medios de válvula 311, 312, 313 como se ha descrito anteriormente, dispuestos para, bajo el control de los medios de control 500, dirigir selectivamente el medio de calor de lado secundario a uno o varios de dichos medios secundarios de intercambio de calor 314, 315, 316, preferiblemente para calentar uno o varios consumidores de calor de lado secundario correspondientes. Además, los medios de control 500 se disponen para controlar dicha temperatura de salida del medio de calor que fluye desde la válvula de expansión 242 sobre la base de qué medios secundarios de intercambio de calor 314, 315, 316 se usan para este intercambio de calor por el momento.

Por lo tanto, si un circuito de sistema de calentamiento de suelo a baja temperatura 330 está activo como único consumidor de calor de lado secundario utilizado, la temperatura de salida se controla a un valor relativamente bajo, como entre 20 y 50 °C, con una correspondiente velocidad de flujo grande del medio de calor que fluye saliendo de la válvula de expansión 242. Por otro lado, si se va a calentar el agua del grifo 343, la temperatura de salida se controla a un valor relativamente alto, como entre 50 y 70 °C, con una pequeña velocidad de flujo del medio de calor que fluye saliendo de la válvula de expansión 242. Por lo tanto, dependiendo de qué consumidor(es) de calor de lado secundario se utiliza o se vaya a utilizar, la temperatura del medio de calor se puede alterar sin modificar la potencia operativa general de la función de bombeo de calor del sistema 100. Cuando hay varios consumidores de calor de lado secundario, se prefiere seleccionar una temperatura de intercambio de calor deseada para el consumidor de calor de lado secundario que desee la temperatura más alta como la temperatura de salida deseada desde la válvula de expansión 242. En el último caso, se puede usar una disposición de válvula de retroalimentación o derivación (no mostrada en las figuras) para bajar la temperatura del medio de calor de lado secundario que fluye a través de los intercambiadores de calor de consumidor de calor de lado secundario que requieren menor temperatura.

En particular, se prefiere que el circuito de medio de calor 210, 220, 230, 240, 250, 310, 320, 410, 420, 430, 440, 450, 460 comprenda al menos dos medios secundarios de intercambio de calor 314, 315, 316. Entonces, el sistema 100 puede funcionar en un primer modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario, en el que se utilizan unos medios secundarios de intercambio de calor 314 (o 315 en combinación con 331 y 332) para transferir energía térmica al aire interior. Además, el sistema 100 puede funcionar en un segundo modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario, en el que se usan unos medios secundarios de intercambio de calor 316 para transferir energía térmica al agua caliente del grifo 343. Bajo estos requisitos previos, la apertura de la válvula de expansión 242 se ajusta de modo que la temperatura de salida del medio de calor que fluye desde la válvula de expansión 242 sea más alta en el segundo modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario que en el primer modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario. Estos diferentes modos de funcionamiento de calentamiento de lado secundario se pueden utilizar alternativamente, por ejemplo, utilizando un intervalo de tiempo de alternancia entre 5 y 30 minutos, para proporcionar calor con el tiempo tanto al aire interior como al agua caliente del grifo.

Según una realización particularmente preferida de la presente invención, dicho control de la apertura de la válvula de expansión 232, 242 es un control de retroalimentación que se basa en un valor de medición de un sensor de temperatura respectivo 233, 243, comprendido en el sistema de bomba de calor 100 y dispuesto aguas abajo de la apertura respectiva de la válvula de expansión 232, 242. El valor de medición se proporciona al dispositivo de control 500, que luego controla dinámicamente la válvula de expansión 232, 242 en cuestión de una manera de retroalimentación, para mantener la temperatura de salida deseada de la válvula de expansión 232, 242 dependiendo del modo de funcionamiento actual del sistema de bomba de calor 100.

Según una realización preferida, el control de la velocidad del compresor 211 se controla para alcanzar una potencia de bombeo de calor total deseada del sistema 100, y sobre la base de una temperatura actual dada de uno o varios disipadores o fuentes de calor de lado primario. Más particularmente, en esta realización, el sistema de bomba de calor 100 comprende al menos un sensor de temperatura 423, 424, 425, 432, 434, 435, 454, dispuesto para medir la temperatura en uno respectivo de dichos medios primarios de intercambio de calor o del correspondiente medio de calor de lado primario después del intercambio de calor en el medios primarios de intercambio de calor en cuestión. El sistema 100 puede funcionar entonces en un primer modo de funcionamiento de calentamiento de lado primario, en el que al menos uno de dichos medios 433 de intercambio de calor primario se usa para transferir energía térmica desde el suelo o una masa de agua, como un lago, también. como en un segundo modo de funcionamiento de calentamiento de lado primario, en el que al menos uno de dichos medios 422 de intercambio de calor primario se usa para transferir energía térmica del aire exterior. Según esta realización, el dispositivo de control 500 se dispone para controlar luego la velocidad del compresor 211 de modo que se cumpla el requisito de potencia de calentamiento instantánea total para el sistema de bomba de calor 100 dada la temperatura actual medida en dichos medios primarios de intercambio de calor del medio de calor de lado primario después del intercambio de calor realizado en el modo de funcionamiento de calentamiento de lado primario utilizado actualmente. Se observa que la velocidad del compresor 211 requerida para cumplir con un requisito de potencia total particular es diferente para estos dos modos de funcionamiento de calentamiento de lado primario, utilizando diferentes temperaturas del medio de calor de lado primario que fluye a través del intercambiador de calor 214. Alternativamente, la temperatura del medio de calor de lado primario también se puede medir en el intercambiador de calor 214, utilizando un sensor de temperatura opcional 462.

Un edificio normal, en particular una casa pequeña de una o dos familias, generalmente tiene un requisito de energía

térmica que varía mucho con el tiempo. A veces, el requerimiento de energía será cero, mientras que los requerimientos de energía pico pueden ser altos, con los límites superiores determinados por, por ejemplo, el tamaño de la casa, la diferencia de temperatura entre el aire exterior y el aire interior, así como el uso de agua caliente del grifo. Para una casa normal de una o dos familias ubicada en climas templados como en los países nórdicos, un requerimiento típico de energía térmica es de aproximadamente 0-12 kW en cualquier momento del año.

Convencionalmente, para manejar los requisitos máximos, una bomba de calor geotérmica se combina con un calentamiento eléctrico directo que solo se utiliza durante los picos de producción. Cuando se usa el sistema de bomba de calor 100 de la presente invención, se prefiere no usar ningún sistema de calentamiento adicional de este tipo para su uso solo durante el pico de producción, y en particular no un sistema de calentamiento eléctrico directo, dispuesto para calentar eléctricamente el aire interior directamente o vía un circuito de radiador líquido, o agua caliente del grifo, en absoluto. En su lugar, se prefiere usar el control de la velocidad del compresor 211 como se ha descrito anteriormente para ajustar la potencia del sistema 100 para manejar las necesidades cambiantes de calentamiento (o enfriamiento).

Otra alternativa convencional es utilizar un tanque de acumulación, como un tanque de agua adicional, para almacenar energía térmica para su uso durante los picos de demanda. De acuerdo con la presente invención, se prefiere no tener un tanque de acumulación de este tipo, aparte de un posible tanque de agua caliente del grifo 342. Según una realización, sin embargo, puede existir un tanque de acumulación (no mostrado en las figuras) a lo largo del circuito 310, del cual todos o algunos de los intercambiadores de calor de lado secundario 314, 315, 316 extraen su calor y/o frío.

A continuación, se describen ejemplos particulares de funcionamiento del sistema de bomba de calor 100 de acuerdo con la presente invención, especialmente con respecto a la variabilidad del compresor 211 y la(s) válvula(s) de expansión 232, 242.

En un primer ejemplo, la temperatura exterior es un poco más fría de lo que es normal para la ubicación en la que se encuentra la construcción, digamos que la temperatura exterior es de 0 °C. Los requisitos de calentamiento actuales del edificio en cuestión son altos, ya que un usuario del edificio se ha bañado recientemente, por lo que es necesario recalentar cantidades relativamente grandes de agua caliente del grifo. Además, el pronóstico del tiempo meteorológico entregado a los medios de control 500 indica que la temperatura exterior está a punto de caer a temperaturas aún más bajas durante las próximas horas.

Por tanto, como resultado, los medios de control 500 inician un modo de funcionamiento en el que se debe entregar el máximo calor tanto a los intercambiadores de calor 314 como a 315, y también al intercambiador de calor 316 para calentar agua caliente del grifo. Por el momento, las temperaturas medidas indican a los medios de control 500 que la energía se puede extraer de manera eficiente tanto del aire exterior como de la perforación 431. Por lo tanto, el medio de calor de lado primario se hace circular pasando por ambos intercambiadores de calor 422, 433, para suministrar energía térmica al circuito interior 210, 220, 230, 240, 250 a través del intercambiador de calor 214. El compresor 211 se ajusta a la velocidad máxima, proporcionando la máxima potencia de bombeo de calor, y la válvula de expansión 242 se ajusta, durante cada momento durante el funcionamiento, de modo que la temperatura sea adecuada para calentar aire interior o agua caliente del grifo, en caso de que estas dos acciones de calentamiento de lado secundario se realicen a la vez (preferiblemente de manera alterna, en la que las válvulas 311, 312, 313 se activan de modo que el medio de calor de lado secundario se entrega a los intercambiadores de calor 314/315 o 316 alternativamente, cada dos períodos de tiempo predeterminados). Para calentar aire interior, la válvula de expansión 242 se colocará en una posición más abierta que en el caso de calentar agua del grifo, como se explicó anteriormente. En caso de que ambos intercambiadores de calor 314/315 y 316 funcionen simultáneamente, la válvula de expansión 242 puede ajustarse de modo que el medio de calor de lado secundario asuma una temperatura que sea adecuada para el intercambio de calor con los intercambiadores de calor de aire interior 314 o 315.

En un segundo ejemplo, la válvula de expansión 232, 242 se opera en diferentes estados abiertos para lograr diferentes objetivos. Por ejemplo, si en su lugar se desea una acción de bombeo de calor diferente de cero, la válvula de expansión 232, 242 debe proporcionar una diferencia de presión entre el medio de calor aguas arriba y aguas abajo de la válvula de expansión 232, 242. En este último caso, la válvula de expansión 232, 242 puede configurarse mediante los medios de control 500 en cualquier configuración entre 0-50% abierto.

En caso de que el compresor 211 funcione a velocidad máxima, una válvula de expansión 232, 242 abierta al 40% puede, en un caso ejemplar, dar como resultado un medio de calor interno a 80 °C. En caso de que el compresor 211 funcione al 50% de la velocidad máxima, la válvula de expansión 232, 242 puede ajustarse a un 20% de apertura y, como resultado, proporcionar un medio de calor interno a 85 °C con una potencia instantánea total de aproximadamente la mitad del ejemplo de velocidad máxima. Por lo tanto, se puede lograr la misma o casi la misma temperatura del medio de calor usando varias potencias de bombeo de calor.

En un tercer ejemplo, es verano en un país nórdico. La temperatura exterior es de 25 °C y no es necesario calentar el interior. Sin embargo, la necesidad de agua caliente del grifo es mayor de lo normal. Además, existe la necesidad de calentar una piscina 342. Entonces, la energía térmica se extrae solo del aire exterior (lo que proporciona una mayor eficiencia y evita el enfriamiento del suelo), a través del intercambiador de calor 422, y se entrega a potencia media y

alta temperatura mediante el control del compresor 211 y la válvula de expansión 242, a los respectivos intercambiadores de calor de piscina y agua del grifo de lado secundario. En caso de que se requiera enfriar el aire interior, se puede realizar una operación intermitente/de intercambio mediante los medios de control, en los que el aire interior se enfría a través de los correspondientes intercambiadores de calor de lado secundario y empuja la energía térmica solo a la perforación 431 (recargando la perforación 431) configurando las válvulas 421, 431 ilustradas en la Figura 1b mientras se hace funcionar la parte de bomba de calor 200 como se ilustra en la Figura 1d, uno cada dos períodos de tiempo predeterminados, y en el que el agua del grifo y el agua de la piscina se calienta uno cada dos períodos de tiempo predeterminados, consumiendo energía térmica únicamente del aire exterior mediante el ajuste de las válvulas 421, 431 como se ilustra en la Figura 1a. La potencia y la temperatura del medio de calor se ajustan para adaptarse a los requisitos particulares durante cada período de tiempo predeterminado.

En particular, la potencia del compresor 211 se controla en la secuencia de calentamiento de este modo de funcionamiento en caso de que exista un riesgo de sobrecalentamiento del agua del grifo o del agua de la piscina. Esto evitará que el sistema de bomba de calor 100 tenga que apagarse por motivos de seguridad, lo que de otro modo es un riesgo con un sistema convencional.

En general, se prefiere que un compresor variable 211 de acuerdo con la presente invención esté dimensionado de modo que funcione con la máxima eficiencia del compresor en o cerca de un requisito de bomba de calor "normal" de la construcción, y de modo que también tenga la capacidad de suministrar una potencia máxima de la bomba de calor que cubre la mayoría de los requisitos previos de funcionamiento. Por ejemplo, si un requisito de potencia "normal" es de unos 5 kW, el compresor 211 debería funcionar a su máxima eficiencia o cerca de ella a una velocidad correspondiente a 5 kW cuando se utiliza un medio de calor de lado primario a 5 °C (que sería una temperatura en el presente ejemplo, utilizando la perforación 431 ubicada en el área de Estocolmo). La potencia eléctrica requerida para hacer funcionar el sistema de bomba de calor 100 a esta potencia y bajo esos requisitos previos sería de aproximadamente 1 kW o aproximadamente.

El sistema de bomba de calor 100 también permite un funcionamiento de enfriamiento directo sin acción de bombeo de calor ("enfriamiento gratuito"), de acuerdo con lo siguiente. En esta realización, el sistema de bomba de calor 100 comprende un sensor de temperatura respectivo 423, 424, 425, 432, 434, 435, que mide la temperatura en dichos medios primarios de intercambio de calor 422, 433 o del medio de calor de lado primario después del intercambio de calor en los medios primarios de intercambio de calor 422, 433. Entonces, el sistema de bomba de calor 100 puede funcionar en un primer modo de funcionamiento de enfriamiento de lado secundario, en el que el medio de calor enfría el aire interior. En este modo de funcionamiento, el dispositivo de control 500 se dispone para controlar unos medios de válvula 411 comprendido en el lado primario 400 del sistema de bomba de calor 100 de modo que la parte de bomba de calor 200 se desvíe en dicho primer funcionamiento de enfriamiento de lado secundario y cuando la temperatura medida en el disipador de calor primario usado es menor que un valor de temperatura predeterminado. En el circuito 410 se usa una bomba de circulación 413 para proporcionar el medio de calor de lado primario al intercambiador de calor 412, que a su vez se dispone para transferir energía térmica desde el medio de calor de lado secundario en el circuito 310 al medio de calor de lado primario en el circuito 410. De esta manera, el medio de calor de lado primario enfriado, a través del intercambiador de calor 412, logrará un medio de calor de lado primario enfriado, que luego se usa para enfriar el aire interior, por ejemplo a través de los intercambiadores de calor 314 y/o 315. En este caso, que se ilustra en la Figura 1d, dicho valor de temperatura predeterminado puede ser tan alto como aproximadamente 4-5 °C menor que el aire interior deseado. Dado que en este modo de funcionamiento no se requiere bombeo de calor, se gastará menos energía mientras se logra un clima interior confortable, utilizando el mismo sistema de bomba de calor 100 que es capaz de proporcionar una gestión de energía térmica flexible y eficiente como se describe en las numerosas realizaciones explicadas anteriormente.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el sistema de bomba de calor 100 puede usarse en un método para monitorear fugas de válvulas en el sistema de bomba de calor 100. En este aspecto, hay al menos tres medios de intercambio de calor 314, 315, 316, 422, 433, 452, como se ha descrito anteriormente, dispuestos para transferir energía térmica entre el medio de calor secundario, interno y/o primario y un disipador o fuente de calor respectivo seleccionado entre aire exterior, una masa de agua, el suelo, aire interior, agua de piscina o agua del grifo. También hay medios de válvula 311, 312, 313, 421, 431, 451, dispuestos para dirigir selectivamente el medio de calor a al menos dos de dichos medios de intercambio de calor. Esto se ha descrito en detalle anteriormente.

En esta realización, el sistema de bomba de calor 100 comprende pares respectivos de sensores de temperatura 314a, 314b; 315a, 315b; 316a, 316b; 424, 425; 434, 435; y 455; 454, dispuestos tanto aguas arriba como aguas abajo de al menos uno, preferiblemente cada uno de dichos medios de intercambio de calor 314, 315, 316, 422 433, 452. A continuación, la determinación por los medios de control 500 de qué medios primarios y/o secundarios de intercambio de calor 314, 315, 316, 422, 433, 452 para dirigir el medio de calor correspondiente, como se ha descrito anteriormente para diferentes modos de funcionamiento, se realiza sobre la base de valores de medición de temperatura que comprenden al menos un valor leído de dichos sensores de dichos pares de sensores de temperatura. Además, cuando el medio de calor respectivo no se dirige a uno determinado de dichos medios de intercambio de calor, los medios de control 500 se disponen para leer un valor de temperatura medido aguas arriba y un valor de temperatura medido aguas abajo de ciertos medios de intercambio de calor en cuestión, para comparar estos valores entre sí y para activar una alerta en caso de que los valores difieran en más de un valor predeterminado.

Es decir, tal diferencia de temperatura de lectura indica que hay una fuga en una válvula dispuesta para dirigir el medio de calor al intercambiador de calor en cuestión, y tal alerta se dispone preferiblemente para advertir a una persona responsable de mantenimiento que la válvula en cuestión puede necesitar servicio o reemplazo. La válvula puede ser cualquier tipo de válvula, como una válvula de cierre o una válvula de tres vías.

5 Por ejemplo, en caso de que no se vaya a suministrar medio de calor al intercambiador de calor 314, la válvula de cierre 311 se activa, con el propósito de detener el paso del medio de calor de lado secundario por el intercambiador de calor 314. Entonces, se leen los sensores de temperatura 314a, 314b, y, si se detecta una diferencia de temperatura entre los valores leídos de estos sensores, cuya diferencia es mayor que un valor predeterminado, es probable que la válvula de cierre no funcione correctamente y se active la alerta.

10 Otro ejemplo es que los sensores de temperatura 424, 425 se usan, como se ha descrito anteriormente, para determinar que el intercambiador de calor 422 no se usa en el modo de funcionamiento actual. Por lo tanto, la válvula de tres vías 421 se coloca en la posición en la que sus salidas izquierda y derecha están abiertas y su salida superior está cerrada, dando como resultado que ningún medio de calor de lado primario fluya a través del circuito 420 pasando por el intercambiador de calor 422. En caso de que los medios de control 500 lean posteriormente una diferencia de temperatura entre los sensores 424 y 425, esto indicaría que la válvula de tres vías no está funcionando correctamente y se dispara una alarma con respecto a la válvula de tres vías.

Dado que dichos sensores de medición de diferencia de temperatura son parte del sistema de bomba de calor 100 de todos modos, su uso para detectar una válvula que funciona mal añade únicamente una complejidad adicional muy pequeña al sistema 100.

20 De acuerdo con una realización preferida, dicha diferencia de temperatura es medida y considerada por los medios de control 500 solo un cierto período de tiempo, tal como al menos 5 minutos, después de que el respectivo intercambiador de calor ha sido desactivado, es decir, que los medios de control 500 han determinado que ningún medio de calor debe dirigirse al intercambiador de calor respectivo. Esto utilizará la potencia de cálculo de los medios de control para evitar que se activen falsas alarmas en relación con la desconexión de intercambiadores de calor particulares.

Según otra realización preferida, los medios de control 500 miden dicha diferencia de temperatura repetidamente a lo largo del tiempo cuando el correspondiente intercambiador de calor está desconectado, es decir, cuando no recibe ningún medio de calor, y dispara dicha alerta en caso de que la diferencia de temperatura absoluta leída aumente con más de un valor predeterminado, preferiblemente al menos 2 °C, entre una lectura de referencia, medida previamente pero después de la desconexión del intercambiador de calor en cuestión, es decir, cuando el medio de calor se desconectó del intercambiador de calor en cuestión, y una lectura posterior, medida después de la lectura de referencia mientras el intercambiador de calor aún está desconectado.

30 De acuerdo con una realización preferida, el valor de temperatura en el modo de funcionamiento utilizado actualmente se mide durante un período de tiempo prolongado, para proporcionar a los medios de control 500 datos estadísticos sobre cómo varía la diferencia de temperatura medida. Entonces, la alarma se dispara en caso de que la diferencia de temperatura medida se desvíe más de un número predeterminado de desviaciones típicas de cero.

La alarma puede, por ejemplo, tener la forma de un mensaje digital enviado automáticamente a un SMS, correo electrónico u otro tipo predeterminado de destinatario registrado previamente.

40 Por tanto, un método de acuerdo con la presente invención comprenderá, en este caso, una etapa en la que los medios de control 500 lee valores de medición de temperatura que comprenden al menos un valor leído de dichos pares de sensores de temperatura y, sobre la base de estos valores, determina a qué medios de intercambio de calor se va a dirigir el medio de calor. Entonces, dicho método comprende además una etapa en la que, cuando el medio de calor no se dirige a determinados medios de intercambio de calor, los medios de control leen un valor de temperatura medido aguas arriba y aguas abajo de ciertos medios de intercambio de calor, compara estos valores entre sí y establece desactivar dicha alerta en caso de que los valores difieran en más de dicho valor predeterminado.

En el sistema alternativo descrito anteriormente, en el que la parte de bomba de calor 200 y la parte de lado primario 400 comparten el mismo medio de calor, por tanto no se utiliza el intercambiador de calor 214. Además, en un sistema alternativo de este tipo, la parte de bomba de calor 200 preferiblemente no es reversible, sino que solo se dispone para calentar. El circuito de enfriamiento gratuito 410 tampoco se utiliza.

50 Un sistema y un método de acuerdo con lo anterior resuelven los problemas mencionados inicialmente.

Anteriormente, se han descrito realizaciones preferidas. Sin embargo, para el experto en la materia es evidente que se pueden realizar muchas modificaciones en las realizaciones descritas sin apartarse de la idea básica de la invención.

55 Por ejemplo, se comprende que los detalles del sistema de bomba de calor 100 como se ilustra en las figuras, tales como la posición de los sensores de temperatura, la combinación de fuentes de calor primarias/secundarias o disipadores, etc. pueden variar, dependiendo de las circunstancias.

Las realizaciones ilustradas en las figuras comprenden cada una bastantes detalles. Este puede ser el caso en una realización real de la presente invención. Sin embargo, también se comprende que la razón por la que se detallan las figuras es para ilustrar varios aspectos diferentes de la invención. Por tanto, las realizaciones de la invención pueden comprender únicamente un número más limitado de detalles, como se define en las reivindicaciones. Por ejemplo, el intercambiador de calor de aire de escape 452 puede usarse o no en combinación con las otras características mostradas en las Figuras 1a-1d.

En general, las realizaciones y características descritas anteriormente del presente sistema de bomba de calor 100 y los métodos se pueden combinar libremente, según corresponda. Por ejemplo, uno o varios de los disipadores o fuentes de calor de lado primario pueden seleccionarse dinámicamente para la explotación de la energía térmica como se ha descrito anteriormente, mientras que al mismo tiempo el compresor y la válvula de expansión se pueden controlar dinámicamente para que en todo momento cumplan con una potencia de bombeo de calor total instantánea requerida y temperatura del medio de calor para una aplicación secundaria utilizada actualmente. De esta manera, un uso óptimo de los disipadores o fuentes de calor de lado primario se puede combinar con un uso deseado de energía de lado secundario, de una manera que desconecta funcionalmente el lado primario 400 del lado secundario 300 en el sentido de que estos lados pueden funcionar de una manera en la que un lado se opera independientemente del otro para lograr los respectivos objetivos operativos actuales particulares.

Además, lo que se ha descrito anteriormente en relación con el sistema 100 según la presente invención también se puede aplicar libremente, correspondientemente, al método según la presente invención, y viceversa, según sea aplicable.

Por tanto, la invención no se limita a las realizaciones descritas, sino que se puede variar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de bomba de calor (100) que comprende al menos un circuito de medio de calor (210, 220, 230, 240, 250, 310, 320, 410, 420, 430, 440, 450, 460) que a su vez comprende
un compresor (211),
5 una válvula de expansión (232, 242),
al menos dos medios primarios de intercambio de calor (422, 433, 452) dispuestos para transferir energía térmica entre un medio de calor de lado primario y al menos uno de dos disipadores o fuentes de calor primarios diferentes seleccionados entre el aire exterior, una masa de agua, el suelo o el aire de escape,
al menos unos medios secundarios de intercambio de calor (314, 315, 316), dispuestos para transferir energía térmica
10 entre un medio de calor de lado secundario y al menos uno de dos disipadores o fuentes de calor secundarios diferentes seleccionados entre aire interior, agua de piscina y agua del grifo,
un sensor de temperatura respectivo (423, 432, 454) dispuesto para medir la temperatura de cada uno de dichos disipadores o fuentes de calor primarios,
15 unos medios de válvula (421, 431, 451) dispuestos para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario a al menos uno de dichos medios primarios de intercambio de calor, y
unos medios de control (500) dispuestos para controlar dichos medios de válvula,
caracterizado por que los medios de control se disponen para, en un modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario, medir la temperatura de dichos disipadores o fuentes de calor primarios, y para controlar los medios de válvula para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario solo a los medios primarios de intercambio de
20 calor que están lo suficientemente calientes como para poder calentar, mediante intercambio de calor, al menos un medio de calor en el circuito de bomba de calor (210, 220, 230, 240, 250, 310, 320, 410, 420, 430, 440, 450, 460) para proporcionar calor a al menos uno de dichos disipadores o fuentes de calor secundarios y que están asociados con el disipador o fuente de calor con la temperatura más alta, o con varios de dichos medios primarios de intercambio de calor que están lo suficientemente calientes como para poder calentar, mediante intercambio de calor, al menos un
25 medio de calor en el circuito de bomba de calor para proporcionar calor a al menos uno de dichos disipadores o fuentes de calor secundarios con el propósito de proporcionar calor a al menos uno de los disipadores o fuentes de calor secundarios,
y que están asociados con las respectivos disipadores o fuentes de calor con las temperaturas más altas, y por que los medios de control (500) se disponen para, en al menos un modo de funcionamiento, no dirigir el medio de calor de
30 lado primario a todos los medios primarios de intercambio de calor (422, 433, 452) que están lo suficientemente calientes como para poder calentar, mediante intercambio de calor, al menos un medio de calor en el circuito de bomba de calor para proporcionar calor a al menos uno de dichos disipadores o fuentes de calor secundarios sino únicamente a un subconjunto de dichos medios de intercambio de calor primarios suficientemente calientes.
2. Sistema de bomba de calor (100) según la reivindicación 1, caracterizado por que los medios de control (500)
35 se disponen para evaluar primero qué medios primarios de intercambio de calor (422, 433, 452) están lo suficientemente calientes como para poder calentar, mediante intercambio de calor, al menos un medio de calor en el circuito de bomba de calor para proporcionar calor a al menos uno de dichos disipadores o fuentes de calor secundarios, y luego seleccionar a cuál de tales medios primarios de intercambio de calor disponibles dirigir el medio de calor de lado primario.
3. Sistema de bomba de calor (100) según la reivindicación 1, caracterizado por que los medios de control (500)
40 se disponen para seleccionar primero a qué medios primarios de intercambio de calor (422, 433, 452) dirigir el medio de calor de lado primario, y luego ajustar una temperatura del circuito de bomba de calor (210, 220, 230, 240, 250, 310, 320, 410, 420, 430, 440, 450, 460) para poder aceptar calor de los medios primarios de intercambio de calor seleccionados.
4. Sistema de bomba de calor (100) según la reivindicación 3, caracterizado por que el circuito de bomba de calor (210, 220, 230, 240, 250, 310, 320, 410, 420, 430, 440, 450, 460) comprende un circuito de medio de calor de
45 bucle interno (210, 220, 230, 240, 250), que a su vez comprende el compresor (211), la válvula de expansión (232, 242) y un intercambiador de calor de bucle interno (214), cuyo intercambiador de calor (214) se dispone para comunicarse térmicamente con un circuito de medio de calor de lado primario (410, 420, 430, 440, 450, 460), que a su vez comprende dichos medios primarios de intercambio (422, 433, 452), y por que los medios de control (500) se
50 disponen para realizar el citado ajuste de una temperatura del circuito de bomba de calor ajustando una temperatura del medio de calor que fluye a través de dicho intercambiador de calor de bucle interno.
5. Sistema de bomba de calor (100) según la reivindicación 4, caracterizado por que los medios de control (500) se disponen para ajustar dicha temperatura del medio de calor que fluye a través de dicho intercambiador de calor de

bucle interno (214) ajustando la potencia del compresor (211), la potencia de una bomba separada y/o una apertura de la válvula de expansión (232, 242).

6. Sistema de bomba de calor (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los disipadores o fuentes de calor primarios comprenden al menos un disipador o fuente de calor que es aire exterior y al menos un disipador o fuente de calor que es el suelo.

7. Sistema de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de control (500) se disponen además para, en un primer modo de funcionamiento de enfriamiento de lado secundario, controlar los medios de válvula (421, 431, 451) para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario solo a los medios primarios de intercambio de calor (422, 433, 452) asociados con el disipador o fuente de calor con la temperatura más baja.

8. Sistema de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de control (500) se disponen además para, en un segundo modo de funcionamiento de enfriamiento de lado secundario, controlar los medios de válvula (421, 431, 451) para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario a al menos dos de los medios primarios de intercambio de calor (422, 433, 452) asociados con los respectivos disipadores o fuentes de calor con temperaturas inferiores a una temperatura máxima predeterminada.

9. Sistema de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de control (500) se disponen además para, en un primer modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario, controlar los medios de válvula (421, 431, 451) para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario solo a los medios primarios de intercambio de calor (422, 433, 452) asociados con el disipador o fuente de calor con la temperatura más alta, posiblemente con la excepción de unos medios primarios de intercambio de calor (452) dispuestos para transferir energía térmica del aire de escape.

10. Sistema de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de control (500) se disponen además para, en un segundo modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario, controlar los medios de válvula (421, 431, 451) para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario a al menos dos de los medios primarios de intercambio de calor (422, 433, 452) asociados con los respectivos disipadores o fuentes de calor con temperaturas superiores a una temperatura mínima predeterminada.

11. Sistema de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, en un modo de funcionamiento de recarga de calor, los medios de control (500) se disponen para desactivar selectivamente dichos medios secundarios de intercambio de calor (314, 315, 316), de modo que el medio de calor de lado primario que fluye a través del circuito del medio de calor interactúa sustancialmente solo térmicamente con al menos dos medios primarios de intercambio de calor (422, 433, 452).

12. Sistema de bomba de calor (100) según la reivindicación 11, caracterizado por que, cuando los medios secundarios de intercambio de calor están inactivos, los medios de control (500) se disponen para desactivar el compresor (211) y la válvula de expansión (232, 242), de modo que el medio de calor de lado primario no interactúe térmicamente con el compresor ni la válvula de expansión.

13. Sistema de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los respectivos medios de válvula (311, 312, 313, 421, 431, 451) se disponen para dirigir selectivamente el medio de calor a al menos dos de dichos medios primarios y secundarios de intercambio de calor, por que los medios de control (500) se disponen para controlar dichos medios de válvula, por que el sistema de bomba de calor comprende sensores de temperatura respectivos (314a, 314b; 315a, 315b; 316a, 316b; 423, 424, 425; 432, 434, 435) tanto aguas arriba como aguas abajo de al menos uno de dichos medios de intercambio de calor, por que los medios de control se disponen para, basándose en valores de medición de temperatura que comprenden al menos un valor leído de dichos sensores, determinar a qué medios de intercambio de calor se dirigirá el medio de calor, y por que cuando el medio de calor no se dirige a determinados medios de intercambio de calor, los medios de control se disponen para leer un valor de temperatura medido aguas arriba y aguas abajo de ciertos medios de intercambio de calor, para comparar estos valores entre sí y activar una alerta en caso de que los valores difieran en más de un valor predeterminado.

14. Sistema de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la velocidad del compresor (211) se puede controlar, por que una apertura de la válvula de expansión (232, 242) es ajustable, por que los medios de control (500) se disponen para controlar la potencia del sistema de bomba de calor controlando la velocidad del compresor, y por que los medios de control se disponen para controlar una temperatura de salida del medio de calor que fluye desde la válvula de expansión al controlar la apertura de la válvula de expansión dada la velocidad controlada del compresor.

15. Método para controlar un sistema de bomba de calor (100) que comprende un circuito de medio de calor (210, 220, 230, 240, 250, 310, 320, 410, 420, 430, 440, 450, 460) que a su vez comprende

un compresor (211),

una válvula de expansión (232, 242),

al menos dos medios primarios de intercambio de calor (422, 433, 452) dispuestos para transferir energía térmica entre un medio de calor de lado primario y al menos uno de dos disipadores o fuentes de calor primarios diferentes seleccionados entre aire exterior, una masa de agua o el suelo,

5 al menos unos medios secundarios de intercambio de calor (314, 315, 316) dispuestos para transferir energía térmica entre un medio de calor de lado secundario y al menos uno de dos disipadores o fuentes de calor secundarios diferentes o seleccionados entre aire interior, agua de piscina y agua del grifo,

un sensor de temperatura respectivo (423, 432, 454) dispuesto para medir la temperatura de cada uno de dichos disipadores o fuentes de calor primarios,

10 unos medios de válvula (421, 431, 451) dispuestos para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario a al menos uno de dichos medios primarios de intercambio de calor, y

unos medios de control (500) dispuestos para controlar dichos medios de válvula,

15 caracterizados por que el método comprende una etapa en la que los medios de control miden la temperatura de dichos disipadores o fuentes de calor secundarios, y por que el método comprende además una etapa, en un modo de funcionamiento de calentamiento de lado secundario, en la que los medios de control controlan los medios de válvula para dirigir selectivamente el medio de calor de lado primario solo a los medios primarios de intercambio de calor que están lo suficientemente calientes como para poder calentar, mediante intercambio de calor, al menos un medio de calor en el circuito de bomba de calor (210, 220, 230, 240, 250, 310, 320, 410, 420, 430, 440, 450, 460) para proporcionar calor a al menos uno de dichos disipadores o fuentes de calor secundarios y por que están asociados con el disipador o fuente de calor con la temperatura más alta, o a varios de dichos medios primarios de intercambio de calor que están lo suficientemente calientes como para poder calentar, mediante intercambio de calor, al menos un medio de calor en el circuito de bomba de calor para proporcionar calor a al menos uno de dichos disipadores o fuentes de calor secundarios con el propósito de proporcionar calor a al menos uno de dichos disipadores o fuentes de calor secundarios, y que están asociados con el disipador o fuente de calor con las temperaturas más altas, y por que los medios de control (500), en al menos un modo de funcionamiento, no dirigen el medio de calor de lado primario a todos los medios primarios de intercambio de calor (422, 433, 452) que están lo suficientemente calientes como para poder calentar, mediante intercambio de calor, al menos un medio de calor en el circuito de bomba de calor para proporcionar calor a al menos uno de dichos disipadores o fuentes de calor secundarios, sino únicamente a un subconjunto de dichos medios de intercambio de calor primarios suficientemente calientes.

20

25

Fig. 1a

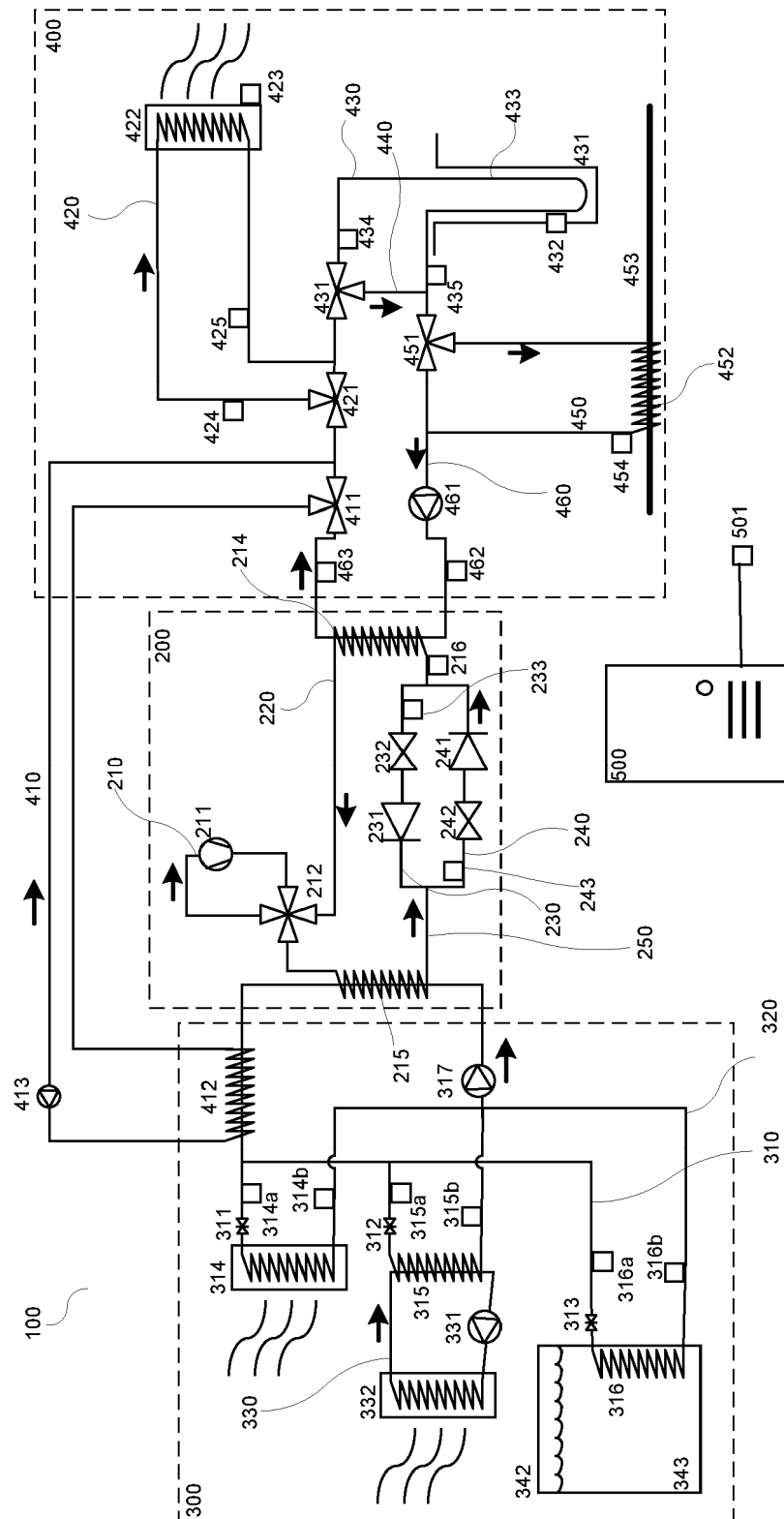


Fig. 1b

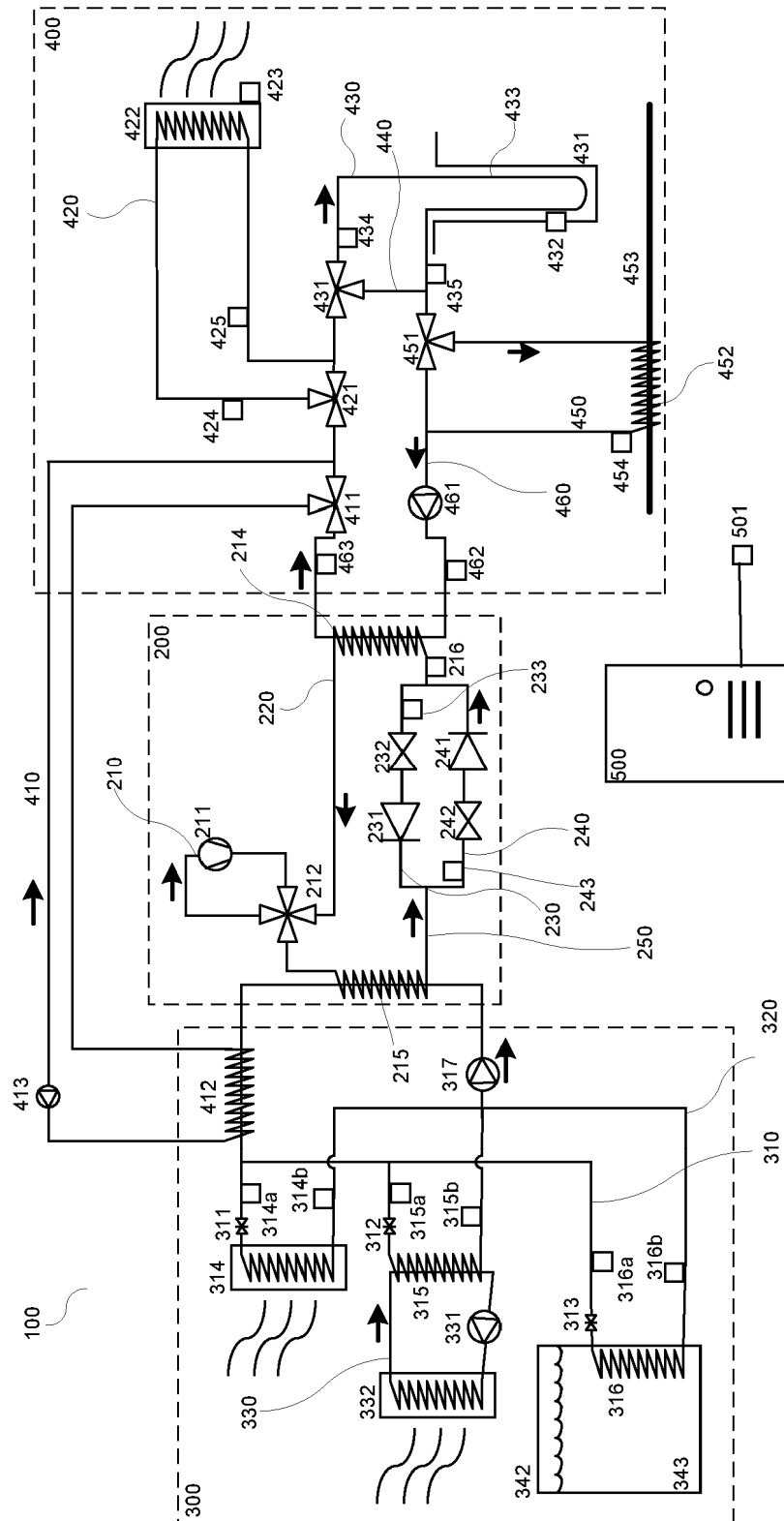


Fig. 1c

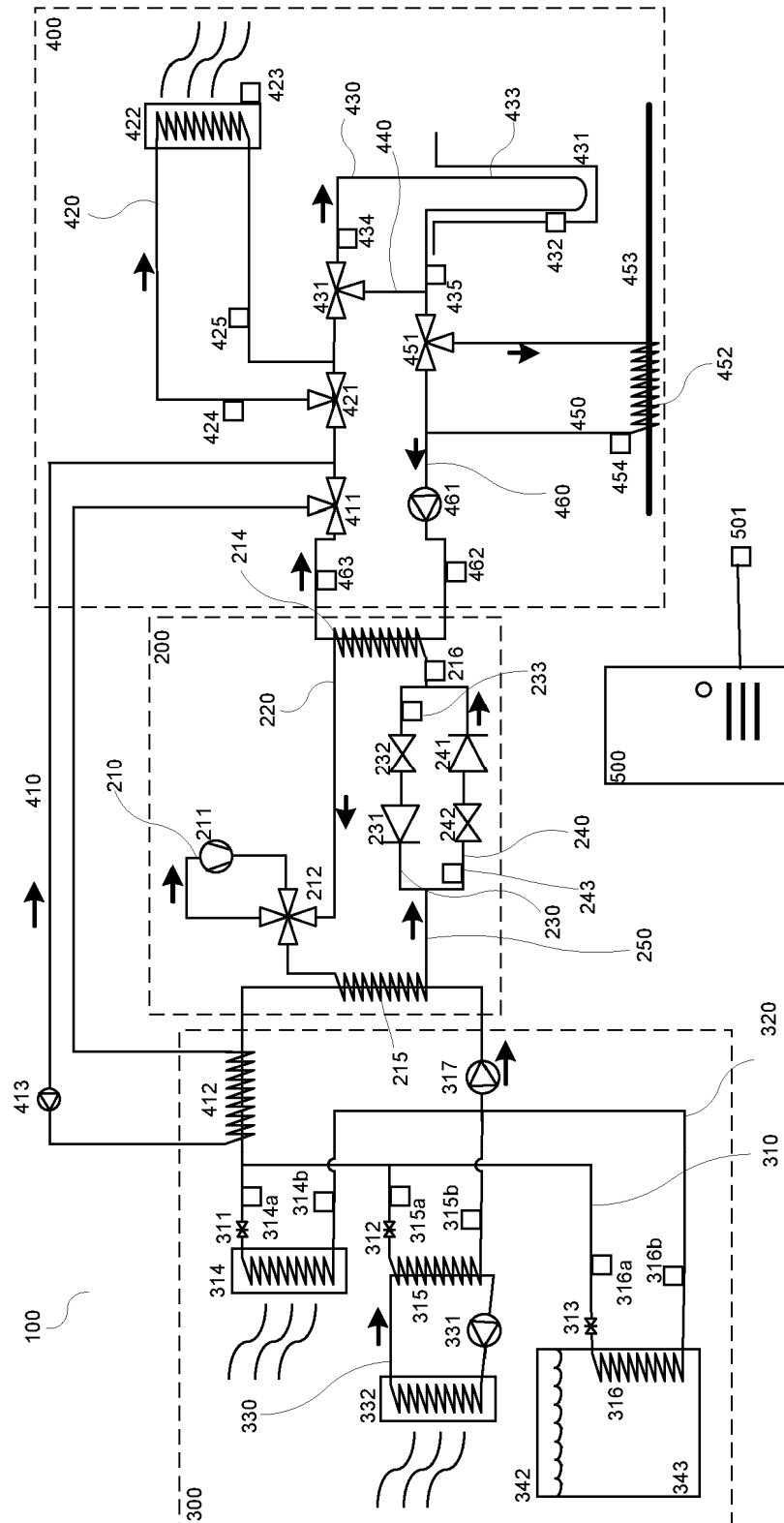


Fig. 1d

