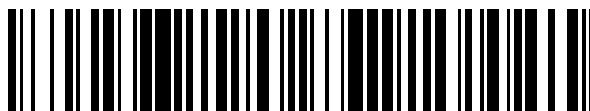


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 756 398**

51 Int. Cl.:

G05D 23/19	(2006.01)
F24D 11/02	(2006.01)
F24D 3/08	(2006.01)
F24D 17/00	(2006.01)
F24D 19/10	(2006.01)
F24D 17/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2009 PCT/IL2009/001088**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.05.2010 WO10058397**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2009 E 09827263 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 2356387**

54 Título: **Sistema de calentamiento híbrido**

30 Prioridad:

18.11.2008 US 115561 P

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

27.04.2020

73 Titular/es:

**PHOEBUS ENERGY LTD. (100.0%)
14 Hapardes Street
Bazra 60944, IL**

72 Inventor/es:

**BEN-YAACOV, YOAV;
WIENER, HAROLD y
LAMPERT, SHALOM**

74 Agente/Representante:

**INGENIAS CREACIONES, SIGNOS E
INVENCIONES, SLP**

ES 2 756 398 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 calentamiento híbrido

5 Campo y antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a sistemas de calentamiento híbridos.

10 La demanda de electricidad de los consumidores generalmente no es uniforme en el transcurso de un período de 24 horas. Por ello, las compañías eléctricas observan que, durante las horas pico, la demanda de electricidad se acerca, o incluso puede exceder, la capacidad de generación de electricidad de la empresa. Por otro lado, durante aquellas horas en las que la demanda de electricidad es muy baja, por ejemplo, durante parte de la noche, no se aprovecha una porción significativa de la capacidad de generación de electricidad. Las compañías eléctricas buscan esquemas para inducir a los consumidores a transferir parte de su consumo de electricidad de las horas pico de demanda a las horas fuera de pico. Por ejemplo, muchas compañías eléctricas han instaurado un esquema de precios en donde el coste de la electricidad para el consumidor es más alto durante el período de mayor demanda y es significativamente menor durante las horas de baja demanda. Tal esquema de precios a veces se conoce como esquema de precios de "tiempo de uso".

20 Los sistemas que generan agua caliente y/o vapor para el baño, para calentamiento del ambiente y para otros usos pueden utilizar electricidad o combustibles fósiles como fuente de energía. A diferencia del calentamiento mediante electricidad, el coste del calentamiento del agua mediante la combustión de combustibles fósiles puede permanecer sustancialmente constante durante cualquier período de 24 horas. Por lo tanto, en un esquema de precios de tiempo de uso para el uso de electricidad, calentar el agua con electricidad durante las horas pico puede ser más costoso que calentarla mediante la combustión de un combustible fósil. Por otro lado, el calentamiento del agua por electricidad durante las horas de fuera de pico puede ser más barato que el calentamiento mediante la combustión de combustibles fósiles.

El documento de Estados Unidos 7.231 775 divulga un sistema de calentamiento híbrido que comprende:

- 30 (a) un sistema de calentamiento de agua con bomba de calor que incluye:
- 35 (i) un mecanismo de presurización, asociado con una tubería de circulación de refrigerante, adaptada para aumentar la presión de un primer fluido refrigerante para producir un fluido refrigerante presurizado;
 - 40 (ii) un primer sistema de intercambio de calor que incluye:
 - un mecanismo de circulación primario, que incluye, y que está en comunicación fluida con, un primer intercambiador de calor,
 - 45 estando dicho primer intercambiador en comunicación fluida con dicha tubería de circulación de refrigerante, estando dicho primer intercambiador y dicho mecanismo de circulación primario adaptados para efectuar un intercambio de calor indirecto entre un primer flujo de líquido y dicho fluido refrigerante presurizado, de modo que el calor se transfiere desde dicho fluido refrigerante presurizado a dicho primer flujo de líquido para producir un primer flujo calentado de líquido,
 - 50 y de modo que se produce un fluido refrigerante de entalpía reducida,
 - (iii) un mecanismo de despresurización, en comunicación fluida con dicha tubería de circulación de refrigerante y adaptado para recibir dicho líquido refrigerante de entalpía reducida y para reducir presión de este, con el fin de producir un fluido refrigerante despresurizado que tiene una presión más baja que dicho fluido de entalpía reducida, y
 - 55 (iv) un segundo intercambiador de calor, estando dicho segundo intercambiador en comunicación fluida con dicha tubería de circulación y adaptándose para efectuar un intercambio de calor entre dicho fluido refrigerante despresurizado y una fuente de calor, de modo que se produce dicho primer fluido refrigerante;
 - 60 (b) un sistema de calentamiento convencional que incluye al menos un calentador convencional que tiene un intercambiador de calor de superficie y un segundo mecanismo de circulación primario en comunicación fluida con dicho intercambiador de superficie, estando dicho segundo mecanismo de circulación primario adaptado para efectuar un intercambio de calor entre dicho intercambiador de calor de superficie y un segundo flujo de líquido con el fin de producir un segundo flujo calentado de líquido;
 - 65 (c) una pluralidad de sensores, cada uno adaptado para medir al menos un parámetro del sistema, incluyendo dicha pluralidad de sensores al menos un primer sensor de temperatura y un segundo sensor de temperatura asociados con dicho sistema de intercambio de calor y que, además, incluye un sensor de flujo, asociado con cualquiera de dicho mecanismo de circulación y que proporciona información de flujo;

(d) un procesador que incluye un criterio de almacenamiento de memoria que especifica cuándo hacer funcionar dicho sistema de calentamiento de agua con bomba de calor y cuándo hacer funcionar dicho sistema de calentamiento convencional, estando dicho procesador adaptado para recibir y procesar:

(i) datos relativos a dichos parámetros del sistema;

(ii) información de flujo relativa a un caudal de un líquido dentro de cualquier mecanismo de circulación de dicho primer sistema de intercambio de calor, y

(iii) información de consumo de energía relativa a un consumo de energía de una porción de dicho sistema de calentamiento de agua con bomba de calor,

estando dicho procesador adaptado adicionalmente para controlar el funcionamiento de dicho sistema de calentamiento convencional y dicho sistema de calentamiento de agua con bomba de calor basado en dicho criterio.

En el documento de Estados Unidos 4.943.003, se describe un dispositivo de control para un sistema con bomba de calor que tiene una instalación de suministro de agua caliente que comprende un dispositivo de entrada para ingresar el coste de electricidad para hacer funcionar una bomba de calor y para ingresar el coste de combustible para hacer funcionar una caldera. Un primer sensor detecta la temperatura del aire ambiente. Un segundo sensor detecta la humedad del aire ambiente. Un tercer sensor detecta la temperatura del suministro de agua caliente. Un circuito de funcionamiento selecciona un modo de funcionamiento en base a las señales de salida recibidas de los sensores. Un circuito de comparación selecciona la forma de energía más barata según los datos de costes ingresados desde el dispositivo de entrada en el modo de calentamiento de aire y en el modo de suministro de agua caliente. Un circuito de control hace funcionar selectivamente la bomba de calor o la caldera en función del resultado de la comparación realizada por el circuito de comparación.

Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de calentamiento híbrido como se establece en lo sucesivo en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

Características preferentes de la invención como se establece en las reivindicaciones 2 a 13 de las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describe en el presente documento, únicamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Con referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se enfatiza que las particularidades mostradas son a modo de ejemplo y para propósitos de discusión ilustrativa de las realizaciones preferentes de la presente invención solamente y se presentan en aras de proporcionar lo que se cree que es la descripción más útil y fácil de entender de los principios y aspectos conceptuales de la invención. En este sentido, no se intenta mostrar detalles estructurales de la invención con más detalles de los necesarios para una comprensión fundamental de la invención, haciendo la descripción, tomada con los dibujos, evidente para aquellos expertos en la materia cómo las diversas formas de la invención pueden realizarse en la práctica. A lo largo de los dibujos, se utilizan caracteres con referencias similares para designar elementos similares. En los dibujos:

La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema híbrido de calentamiento y acondicionamiento de acuerdo con la presente invención;

La figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de un sistema híbrido de calentamiento y acondicionamiento de acuerdo con la presente invención;

La figura 2A proporciona una porción de un diagrama de flujo esquemático de un sistema híbrido de calentamiento y acondicionamiento de acuerdo con otra realización preferente de la presente invención;

La figura 2B proporciona una porción de un diagrama de flujo esquemático de un sistema híbrido de calentamiento y acondicionamiento según otra realización preferente de la presente invención, y

La figura 3 es un gráfico a modo de ejemplo de la demanda de agua caliente por hora y los costes específicos de combustible y electricidad en función de la hora del día, para un sistema de calentamiento híbrido que funciona en una red de consumidores, de acuerdo con la presente invención.

Descripción de las realizaciones preferentes

Los principios y el funcionamiento del sistema híbrido de calentamiento y acondicionamiento de la presente invención pueden entenderse mejor con referencia a los dibujos y a la descripción adjunta.

Antes de explicar al menos una realización de la invención en detalle, debe entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y el mecanismo de los componentes establecidos en la

siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención puede adoptar otras realizaciones o ponerse en práctica o llevarse a cabo de diversas maneras. También, debe entenderse que la fraseología y la terminología empleadas en el presente documento tienen fines descriptivos y no deben considerarse limitantes.

5 En un primer aspecto, la presente invención proporciona un método y un sistema para calentar el agua que aprovecha un esquema de precios por tiempo de uso y/o el alto coeficiente de rendimiento de los sistemas con bomba de calor. El sistema de la invención incluye uno o más calentadores convencionales tales como calentadores de agua eléctricos y quemadores de combustibles fósiles y al menos un sistema de calentamiento de agua con bomba de calor. Un procesador está configurado para hacer funcionar uno o más calentadores convencionales cuando el calentamiento
10 de agua mediante calentadores convencionales es menos costoso que el calentamiento por electricidad utilizando el sistema de calentamiento de agua con bomba de calor. El procesador está configurado además para hacer funcionar uno o más sistemas de calentamiento de agua con bomba de calor cuando el funcionamiento del sistema es menos costoso que el funcionamiento del sistema de calentamiento convencional para una determinada carga o demanda de calor.

15 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema **100** híbrido de calentamiento y acondicionamiento de acuerdo con una realización de la invención. El sistema **100** de calentamiento puede proporcionar agua caliente y/o vapor a al menos una parte de un edificio (no se muestra en la figura 1). El sistema **100** de calentamiento puede incluir al menos un sistema **110** convencional de combustión o calentamiento, por ejemplo, calentadores mediante
20 combustión de combustible fósil, calentadores de bobina eléctrica, etc. El sistema **100** de calentamiento puede incluir además al menos un sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor y, en algunos casos, al menos un sistema **130** de enfriamiento o reversible con bomba de calor adaptado para enfriar al menos una habitación o espacio. El sistema **130** de enfriamiento puede adaptarse adicionalmente, en un modo opuesto, para calentar al menos una habitación o espacio.

25 El sistema **110** convencional de combustión o calentamiento y el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor pueden estar en comunicación fluida con al menos un tanque **125** de almacenamiento térmico. El sistema **130** de enfriamiento puede estar en comunicación fluida con al menos un tanque **135** de almacenamiento térmico. Uno o más consumidores **140** puede recibir un suministro de agua caliente del tanque **125** de almacenamiento térmico.
30 Uno o más consumidores **140** también puede recibir un suministro de agua acondicionada (caliente o fría) del tanque **135** de almacenamiento térmico, con el fin de proporcionar calentamiento o enfriamiento a al menos una habitación o espacio. En algunos casos, este suministro de agua acondicionada calienta o enfría el aire mediante un intercambiador de calor (no se muestra) y el aire acondicionado se distribuye entonces para calentar o enfriar la al menos una habitación o espacio.

35 Por tanto, los consumidores **140** pueden clasificarse como uno o más consumidores **144** de agua caliente y/o uno o más consumidores **146** de acondicionamiento.

40 El funcionamiento del sistema **110** de calentamiento convencional, el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor y el sistema **130** de enfriamiento pueden controlarse ventajosamente mediante un procesador **150** o controlador. El procesador **150** puede adaptarse para recibir al menos una entrada **151** de entorno, una o más entradas **152** del sistema, una o más entradas **153** de costes relativas al coste de energía (por ejemplo, combustible y electricidad), una o más entradas **154** de eficiencia relativas a la eficiencia del sistema **110** de calentamiento convencional, y/o al sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor, y/o al sistema **130** de enfriamiento y
45 al menos una entrada **155** de pronóstico de demanda incluidos los datos relativos, o correlacionados con, la demanda futura de agua caliente u otras utilidades. El procesador **150** puede incluir una memoria que almacena un primer conjunto de uno o más criterios que especifican cuándo se calentará el agua mediante un sistema **110** de calentamiento convencional y un segundo conjunto de uno o más criterios que especifican cuándo se calentará el agua mediante un sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor. En algunas ocasiones, los conjuntos de criterios pueden dictar el funcionamiento simultáneo del sistema **110** de calentamiento convencional y el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor. Como se elaborará con mayor detalle a continuación, el procesador **150** procesa información de al menos una porción de las entradas **151-155** y puede controlar el funcionamiento del sistema **110** de calentamiento convencional y del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor basado en estos conjuntos de criterios.

55 La figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de un sistema **200** híbrido de calentamiento y acondicionamiento de acuerdo con una realización de la invención. El sistema **200** híbrido de calentamiento y acondicionamiento puede incluir el sistema **110** de calentamiento convencional, el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor, y el sistema **130** de enfriamiento o reversible con bomba de calor, los tanques **125** y **135** de almacenamiento térmico,
60 el procesador **150** y una pluralidad de sensores y/o dispositivos de medición, tales como los medidores **F1 - F8** de flujo, los instrumentos **T1 - T14** de temperatura o indicadores, un instrumento **H1** para medir la humedad y un instrumento **P1** de medición de energía. El sistema **200** de calentamiento híbrido puede adaptarse para conectarse con los consumidores **144** de agua caliente, tales como consumidores **144a**, **144b** y **144c** particulares de agua caliente. El sistema **200** de calentamiento híbrido puede adaptarse adicionalmente para conectarse a los consumidores **146** de
65 acondicionamiento, tales como consumidores **146a**, **146b**, y **146c** de acondicionamiento particulares.

El tanque **125** de almacenamiento térmico, que puede funcionar como un recipiente presurizado (normalmente al menos 2-3 bares(g)), puede ser calentado por un sistema **110** de calentamiento convencional y/o sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor. El agua caliente puede circular a los consumidores **144a**, **144b**, y **144c** de agua caliente a través de una línea **129** de entrega de agua caliente del tanque **125** de almacenamiento térmico. El agua caliente no utilizada puede devolverse al tanque **125** de almacenamiento a través de una línea **128** de recirculación.

De manera similar, el fluido acondicionador dentro del tanque **135** de almacenamiento térmico puede enfriarse mediante el sistema **130** de enfriamiento o reversible con bomba de calor o puede calentarse mediante un sistema **130** reversible con bomba de calor y/o mediante un sistema **110** de calentamiento convencional. El fluido acondicionador, que generalmente es agua, puede distribuirse a los consumidores **146** de acondicionamiento tales como a los consumidores **146a**, **146b** y **146c** de acondicionamiento, a través de una línea **231** de descarga del tanque **135** de almacenamiento térmico. Si el fluido acondicionador es un gas tal como aire, un tanque de almacenamiento térmico como el tanque **135** de almacenamiento térmico puede resultar innecesario. Después de transferir frío o calor a los consumidores **146a**, **146b**, y/o **146c**, el fluido acondicionador puede devolverse al tanque **135** de almacenamiento térmico a través de una línea **233** de retorno del tanque **135** de almacenamiento térmico.

El sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor puede incluir un compresor **121**, un primer intercambiador **122** de calor o condensador, una válvula **123** de expansión, un segundo intercambiador **124** de calor o evaporador y un refrigerante (no se muestra), tal como un Freón, dispuesto dentro y circulado dentro del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor. Si bien el Freón se ha utilizado como un refrigerante a modo de ejemplo, un experto en la materia apreciará fácilmente que se pueden emplear diversos refrigerantes o mezclas de refrigerantes, incluidos el agua, el dióxido de carbono y el amoníaco.

El funcionamiento cíclico del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor a modo de ejemplo transcurre sustancialmente de la siguiente manera: el compresor **121** comprime el gas refrigerante, elevando la presión y la temperatura del gas. En el primer intercambiador **122** de calor, el gas refrigerante se somete a un mecanismo de intercambio de calor (superficial) indirecto con respecto a un flujo de agua (por ejemplo, un flujo de agua que proviene al menos parcialmente del tanque **125** de almacenamiento), a través de una línea o tubería **206** de agua fría o de entrada. Al menos una porción del gas refrigerante se condensa para formar una fase líquida, de modo que el calor latente del refrigerante puede transferirse sustancialmente al flujo de agua que proviene del tanque **125** de almacenamiento.

Seguidamente, el refrigerante líquido (o el fluido refrigerante al menos parcialmente condensado) fluye a través de la válvula **123** de expansión, reduciendo la presión y la temperatura del refrigerante líquido. La evaporación tiene lugar en el evaporador **124**. El refrigerante enfriado se calienta entonces con un fluido de calentamiento (por ejemplo, mediante la circulación forzada de aire utilizando aire ambiente, agua de un depósito de agua) en el segundo intercambiador **124** de calor, donde se evapora el líquido refrigerante. El ciclo luego se repite: el gas refrigerante es entregado a, y comprimido por, el compresor **121**, como se describió anteriormente en el presente documento.

Mientras que el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor ha sido descrito como un sistema eléctrico accionado por compresor, un experto en la materia apreciará fácilmente que pueden emplearse diversos sistemas con bomba de calor. Un ejemplo destacado es un sistema con bomba de calor con combustible (por ejemplo, funcionando con gas natural) en el cual un proceso químico puede sustituir al compresor accionado por motor. Otro ejemplo es un sistema con bomba de calor que utiliza dióxido de carbono (u otro gas sin condensación) como refrigerante, en cuyo caso el refrigerante no puede sufrir un cambio de fase (por ejemplo, dentro de cualquier intercambiador de calor). Otro ejemplo es un sistema con bomba de calor que utiliza agua (u otro líquido) como refrigerante, en cuyo caso se puede utilizar una bomba de vacío o similar para utilizarlo con el fin de aumentar la presión del agua, en lugar del compresor descrito anteriormente en el presente documento.

El sistema **130** de enfriamiento o reversible con bomba de calor puede incluir sustancialmente el mismo equipo que el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor. En modo de refrigeración, sin embargo, el sistema **130** de enfriamiento funciona en sentido inverso con respecto al sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor, de modo que el fluido acondicionador se enfría antes de circularlo a los consumidores **146** de acondicionamiento a través de una línea **232** de descarga del tanque **135** de almacenamiento térmico.

Cuando los consumidores **146** de acondicionamiento requieren calor (por ejemplo, en el invierno), la dirección del sistema **130** con bomba de calor puede invertirse, de modo que el fluido acondicionador se calienta antes de ser circulado a los consumidores **146** de acondicionamiento a través de una línea **232** de descarga del tanque **135** de almacenamiento térmico.

El sistema **110** de calentamiento convencional incluye una caldera **112** y puede incluir un intercambiador **113** de calor adaptado para intercambiar indirectamente calor entre una corriente caliente de la caldera **112** y la tubería **204** de entrada de agua asociada con el tanque **125** de almacenamiento. El sistema **110** de calentamiento convencional puede incluir un segundo intercambiador **114** de calor adaptado para intercambiar indirectamente calor entre una corriente caliente de la caldera **112** y la tubería **234** de agua fría en comunicación fluida con el tanque **135** de almacenamiento.

El medidor **F3** de flujo puede medir ventajosamente una cantidad de flujo (por ejemplo, el volumen) o el caudal de combustible a la caldera **112**.

5 El procesador **150** puede adaptarse para recibir información desde diversos instrumentos de temperatura (por ejemplo, termopares), tales como **T1 - T14**, y caudalímetros (caudalímetros magnéticos, medidores volumétricos, etc.) tales como **F1 - F8**. Estos instrumentos pueden proporcionar señales relativas a las entradas del sistema, tales como, pero sin estar limitadas a, la temperatura del agua de reposición (por medio de **T1**) y la cantidad o caudal de flujo de agua de reposición (por medio de **F1**), la temperatura del agua fuera del tanque **125** de almacenamiento (por medio de **T2**),
 10 la temperatura del agua del agua recirculada que los consumidores **144** devuelven, a través de la línea **128** de recirculación, hacia el tanque **125** de almacenamiento (por medio de **T3**), la cantidad de flujo o caudal en la línea **126** de circulación (por medio de **F2**), la cantidad de flujo o caudal de combustible al sistema **110** de calentamiento convencional (por medio de **F3**) y el consumo de energía del sistema **120** con bomba de calor (por medio de **P1**).

15 El procesador **150** puede adaptarse para recibir información relativa a una o más entradas **151** de entorno, tales como, pero sin estar limitadas a, la temperatura ambiental (por medio de **T4**) y la humedad o humedad relativa (por medio de **H1**).

20 El procesador **150** puede adaptarse para recibir una o más entradas **153** de costes relativos al coste del combustible y la electricidad. Normalmente, el coste del combustible es específico según la ubicación y puede depender de la cantidad de combustible que se compre. En consecuencia, puede ser ventajoso que, por ejemplo, un operario del sistema actualice manualmente el coste del combustible. El coste de la electricidad puede variar según la hora del día (24 horas), el día de la semana y la estación del año. La tarifa eléctrica puede ser ventajosamente ingresada desde una base de datos, tal como una base de datos de Internet, por ejemplo, desde un sitio web del proveedor de
 25 electricidad.

El procesador **150** puede incluir ventajosamente un criterio de almacenamiento de memoria que especifica cuándo el primer flujo de agua debe ser calentado por el sistema de calentamiento de agua con bomba de calor y cuándo el primer flujo de agua debe ser calentado por el sistema de calentamiento convencional. Tales criterios pueden dictar el funcionamiento simultáneo del sistema **110** de calentamiento convencional y el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor.

30 El procesador **150** puede adaptarse adicionalmente para recibir una o más entradas **154** de eficiencia relativas a la eficiencia del sistema **110** de calentamiento convencional, y/o sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor, y/o sistema **130** de enfriamiento. La eficiencia puede ser, o puede estar basada en, una eficiencia nominal, tal como la eficiencia nominal de un fabricante.

35 Sin embargo, hemos encontrado que el uso de una eficiencia calculada es particularmente ventajoso. Para el sistema de calentamiento convencional, la eficiencia calculada puede basarse en la eficiencia real del sistema de calentamiento convencional durante un período de tiempo particular o predeterminado, por ejemplo, un cálculo único basado en la medición del calor transferido al agua por consumo de combustible medido. Las mediciones y los cálculos de eficiencia pueden abarcar varias horas o días, por ejemplo, al menos 0,25 horas, al menos 1 hora, al menos 3 horas, al menos 24 horas o al menos 7 días. Las mediciones y los cálculos de eficiencia pueden abarcar las últimas X horas o días (X > 0), por ejemplo, la última hora, las últimas 3 horas, las últimas 24 horas o los últimos 7 días.

40 Preferentemente, la medición de energía se mide de manera acumulativa durante cada período.

A modo de ejemplo, el cálculo basado en la medición del calor transferido al agua puede realizarse midiendo la temperatura del agua introducida en la caldera **112**, la temperatura del agua calentada que sale de la caldera **112** y el caudal del agua (idéntico para ambas corrientes).

45 Alternativa o adicionalmente, la eficiencia calculada puede basarse en el lugar de tiempo actual dentro del ciclo de tiempo de mantenimiento. Hemos descubierto que después de la limpieza y el mantenimiento esencial de los sistemas de calentamiento convencionales, tales como los sistemas de combustión de combustibles fósiles, la eficiencia real
 50 puede cambiar considerablemente y en gran medida, repetidamente, a lo largo del tiempo. Por ejemplo, la eficiencia medida de un sistema particular de combustión de combustibles fósiles puede disminuir de aproximadamente el 80 % después de un procedimiento anual de mantenimiento y limpieza, a aproximadamente el 65 % después de 12 meses de funcionamiento. Dada, a modo de ejemplo, una disminución sustancialmente lineal (u otra disminución monótona) en la eficiencia, tras 8 meses de funcionamiento, la eficiencia estimada sería:

60
$$80 \% - (8/12) * (80 \% - 65 \%) = 70 \%$$

65 En cuanto al sistema de calentamiento de agua con bomba de calor, el coeficiente de rendimiento (COP) calculado o estimado puede basarse, al menos en parte, en el cálculo real basado en la medición del COP del sistema de calentamiento de agua con bomba de calor durante al menos un período de tiempo particular o predeterminado. Preferentemente, el COP calculado o estimado puede basarse, al menos en parte, en el COP alcanzado durante

condiciones de funcionamiento similares, incluidas temperaturas ambientales similares, humedad relativa o absoluta, y demanda energética similar.

5 Cuando el al menos un período de tiempo particular es una pluralidad de períodos de tiempo particulares, cada uno de esos períodos puede ser de al menos 1 minuto, al menos 2 minutos, al menos 5 minutos o al menos 15 minutos.

10 En una realización preferente, el COP calculado o estimado puede basarse, al menos en parte, en los valores de COP alcanzados por, o simulados para, el sistema a temperaturas ambientales similares, por ejemplo, dentro de $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, dentro de $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, dentro de $\pm 1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ o dentro de $\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

10 En otra realización preferente, El COP calculado o estimado puede basarse, al menos en parte, en los valores de COP alcanzados por, o simulados para el sistema bajo humedades relativas o absolutas similares, por ejemplo, dentro de $\pm 15\%$, dentro de $\pm 10\%$, dentro de $\pm 8\%$ o dentro de $\pm 5\%$.

15 En otra realización preferente más, el COP calculado o estimado puede basarse, al menos en parte, en los valores de COP alcanzados por, o simulados para el sistema con cantidades o caudales de flujo de agua de reposición similares, por ejemplo, dentro de $\pm 30\%$, dentro de $\pm 20\%$, dentro de $\pm 15\%$ o dentro de $\pm 12\%$.

20 En otra realización preferente más, el COP calculado o estimado puede basarse, al menos en parte, en los valores de COP alcanzados por, o simulados para, el sistema bajo temperaturas de agua de reposición similares, por ejemplo, dentro de $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, dentro de $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ o dentro de $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

25 En otra realización preferente más, el COP calculado o estimado puede basarse, al menos en parte, en los valores de COP alcanzados por, o simulados para el sistema bajo una demanda de energía similar o una demanda de energía pronosticada, por ejemplo, dentro de $\pm 30\%$, dentro de $\pm 20\%$, dentro de $\pm 15\%$ o dentro de $\pm 12\%$.

30 Alternativa o adicionalmente, el procesador **150** puede realizar una regresión, o utilizar una regresión, por ejemplo, basada en valores medidos del sistema, valores medidos de un sistema similar y similares. La regresión (u otro método de modelado) puede encontrar una relación particular (por ejemplo, una relación lineal) entre el COP y uno o más de los siguientes parámetros: temperatura ambiental, humedad ambiental, caudal del agua de entrada, temperatura del agua de entrada, demanda de energía, etc. Una vez establecida, esta relación puede expresarse como una fórmula u otro modelo matemático (por ejemplo, una tabla de referencias), permitiendo un pronóstico del COP esperado, dados los valores específicos del parámetro o parámetros mencionados anteriormente. Esta fórmula se puede recalcular o actualizar ocasionalmente a medida que se obtienen más datos sobre el rendimiento del sistema.

35 El cálculo basado en la medición del COP puede efectuarse midiendo la temperatura del agua que fluye hacia, o que se introduce en el condensador **122**, por ejemplo, a través de una tubería **206** de agua fría o de entrada, la temperatura del agua calentada que sale o se aleja del condensador **122**, por ejemplo, a través de una tubería **208** caliente o de salida, y el caudal del agua (idéntico para ambas corrientes). De manera similar, si hay un mecanismo de circulación secundario (o terciario, etc.) en el sistema, como se muestra a modo de ejemplo en las figuras 2A y 2B, los indicadores de temperatura pueden estar dispuestos encima de este (por ejemplo, antes y después del intercambiador de calor secundario) y la medición de la transferencia de calor puede basarse en una diferencia entre las temperaturas medidas y en un caudal medido, estimado o calculado, y la capacidad calorífica del líquido que fluye dentro del mecanismo de circulación.

45 La entrada **155** de pronóstico de demanda puede incluir datos de pronóstico de demanda basados en datos de ocupación conocidos o estimados. Tales datos pueden estar disponibles automáticamente para el procesador **150**, por ejemplo, a través de una línea de comunicación asociada con una computadora que contiene datos de registro para la red del consumidor, el edificio o la organización (por ejemplo, un hotel o un hospital) que tiene consumidores **144** de agua caliente y/o consumidores **146** de acondicionamiento. Alternativa o adicionalmente, dichos datos pueden ingresarse manualmente en el procesador **150**. Por ejemplo, se puede avisar al personal del hotel de que 2 autobuses con turistas llegarán inesperadamente al hotel dentro de una hora. El personal del hotel puede entonces ingresar la entrada **155** de pronóstico de demanda relativo a aproximadamente 100 nuevas llegadas al hotel.

55 El procesador **150** puede incluir una memoria que almacena un primer conjunto de uno o más criterios que especifican cuándo se calentará el agua mediante un sistema **110** de calentamiento convencional y un segundo conjunto de uno o más criterios que especifican cuándo se calentará el agua mediante un sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor. Como se elaborará en mayor detalle a continuación en el presente documento, el procesador **150** procesa información de al menos una porción de las entradas **151-155** y puede controlar el funcionamiento del sistema **110** de calentamiento convencional y del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor basado en estos conjuntos de criterios.

65 El procesador **150** puede incluir ventajosamente, o estar asociado con, un reloj. El procesador **150** también puede incluir un dispositivo de entrada de usuario, tal como un teclado, que permite al usuario ingresar manualmente cualquiera de las entradas **151-155**.

Ahora procederemos a describir, de manera a modo de ejemplo, el funcionamiento del sistema **200** híbrido de calentamiento y acondicionamiento de acuerdo con otro aspecto de la presente invención.

Acondicionamiento para consumidores

5 En modo de enfriamiento, el sistema de enfriamiento **130** funciona como una bomba de calor para transferir calor a partir del fluido (normalmente agua) en una línea **244** de retorno hacia el entorno. El fluido enfriado se recircula al tanque **135** de almacenamiento y, de allí, a al menos un consumidor **146** de acondicionamiento. Por ejemplo, el fluido enfriado puede utilizarse para enfriar a consumidores **146a**, **146b** y **146c** de acondicionamiento particulares por medio
10 de un intercambiador de calor asociado con estos consumidores de acondicionamiento. Un experto en la materia apreciará fácilmente que el fluido refrigerado puede utilizarse para enfriar indirectamente a consumidores **146a**, **146b** y **146c** de acondicionamiento particulares, por ejemplo, enfriando una corriente de aire que luego se circula a los consumidores **146a**, **146b** y **146c**.

15 Suministro de agua caliente para consumidores

El sistema **200** de calentamiento híbrido está adaptado para suministrar agua caliente para consumo de al menos un consumidor **144** en al menos dos modos: el modo de calentamiento convencional utilizando el sistema **110** de calentamiento convencional y el modo de calentamiento con bomba de calor utilizando el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor.

20 En el modo de calentamiento convencional, el agua que se va a calentar puede entregarse desde el tanque **125** de almacenamiento al intercambiador **113** de calor (de superficie) a través de la tubería **204** de entrada de agua. Un fluido caliente tal como agua circula desde la caldera **112** al intercambiador **113** de calor, donde se entrega calor a partir del fluido caliente al agua, que puede devolverse al tanque **125** de almacenamiento o introducido en otra instalación de almacenamiento. Medidor **F3** de flujo puede utilizarse para medir una cantidad de flujo (por ejemplo, el volumen) o caudal de combustible a la caldera **112**, con el fin de calcular el consumo de combustible.

25 En el modo de calentamiento con bomba de calor, el agua que se va a calentar puede circular desde el tanque **125** de almacenamiento al condensador **122** (de superficie) a través de una tubería **206** de agua fría o de entrada. El calor proporcionado al agua proviene principalmente del calor latente asociado con la condensación del gas refrigerante. El agua calentada puede devolverse al tanque **125** de almacenamiento (por ejemplo, a través de una tubería **208** caliente o de salida) o introducida en otra instalación de almacenamiento. El agua calentada también puede pasar a través del intercambiador **113** de calor, como se elaborará más adelante en el presente documento. El instrumento **P1** de medición de energía puede utilizarse para medir el consumo de energía del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor o el consumo de energía del compresor **121**, que es el principal consumidor de energía del sistema **120**.

30 Tanto en el modo de calentamiento convencional como en el modo de calentamiento con bomba de calor, el agua calentada se entrega a, y regresa a, uno o más tanques de almacenamiento como el tanque **125** de almacenamiento, a través de la línea **126** de circulación. La línea **129** de entrega de agua caliente, que es una sección de la línea **126** de circulación, se utiliza para entregar el agua calentada a al menos un consumidor **144**, tales como consumidores **144a**, **144b** y **144c** particulares de agua caliente. El agua caliente no consumida se devuelve al tanque **125** de almacenamiento, a través de otra sección de la línea **126** de circulación, la línea **128** de recirculación.

35 El indicador **T2** de temperatura se puede estar dispuesto en la línea **129** de entrega de agua caliente. El indicador **T3** de temperatura puede estar dispuesto en la línea **128** de recirculación. El medidor **F2** de flujo puede estar dispuesto en cualquier lugar de la línea **126** de circulación.

40 Se puede introducir agua de reposición, a través de la tubería **202**, al tanque **125** de almacenamiento o a través de las líneas **202a** y **202b** de reposición, a las tuberías **204** o **206** de agua fría asociadas con el tanque **125** de almacenamiento. Al menos un medidor **F1** de flujo puede estar dispuesto en las líneas **202**, **202a** y/o **202b** para proporcionar un flujo o caudal total del agua de reposición.

45 Un experto habitual en la materia visualizará fácilmente el uso de válvulas (tales como válvulas solenoides o válvulas controladas eléctricamente) y similares, así como cualquier otro equipo auxiliar, para controlar el sistema **200** de calentamiento híbrido en general y el sistema con bomba de calor **130**, el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor y el sistema **110** de calentamiento convencional, en particular.

50 La figura 2A proporciona una porción de un diagrama de flujo esquemático de un sistema híbrido de calentamiento y acondicionamiento de acuerdo con otra realización preferente de la presente invención. El diagrama de flujo puede ser en gran medida idéntico al diagrama de flujo proporcionado en la figura 2, con la excepción de la interfaz entre el tanque **125** de almacenamiento y el condensador **122**. El sistema incluye un intercambiador **422** de calor de superficie adicional o secundario que puede estar dispuesto, desde el punto de vista del proceso, entre el condensador **122** y el consumidor o, como se muestra, el tanque **125** de almacenamiento. Entre el condensador **122** y el intercambiador **422** de calor hay un mecanismo **430** de bucle, ciclo o circulación, en el que un fluido de intercambio de calor, normalmente
55
60
65

un líquido, se introduce en el condensador **122** a través de una línea o entrada **401b** de condensador. Después de absorber el calor dentro del condensador **122** (el intercambiador de calor primario), el fluido de intercambio de calor calentado puede salir del condensador **122** a través de la línea o salida **401a** de condensador.

5 El fluido de intercambio de calor calentado puede entonces transferir calor a otro fluido secundario (normalmente un líquido tal como agua), en el intercambiador **422** de calor. Entre el tanque **125** de almacenamiento y el intercambiador **422** de calor hay un mecanismo **440** de bucle, ciclo o circulación, que puede adaptarse para introducir el fluido secundario en el intercambiador **422** de calor a través de una línea o tubería **402b**. Después de absorber el calor dentro del intercambiador **422** de calor (el intercambiador de calor secundario), el fluido secundario calentado puede salir del intercambiador **422** de calor a través de línea o tubería **402a**. Los indicadores de temperatura y/o los indicadores de flujo pueden instalarse en las líneas **401a**, **401b**, **402a** y/o **402b**, así como en las líneas **204a** y **204b**, y la información se puede proporcionar al procesador para fines de cálculo y control.

15 La figura 2B proporciona una porción de un diagrama de flujo esquemático de un sistema de calentamiento y acondicionamiento híbrido de acuerdo con otra realización preferente de la presente invención. Si bien es muy similar al diagrama de flujo proporcionado en la figura 2A, el fluido secundario dentro del bucle secundario puede pasar a través del intercambiador **113** de calor (a través de las líneas **204a** y **204b**) antes de ser devuelto al tanque **125** de almacenamiento. Alternativa o adicionalmente, el fluido secundario dentro del bucle secundario no puede devolverse al tanque **125** de almacenamiento, sino que, más bien, el fluido secundario se puede proporcionar directamente a un consumidor a través de una línea conectada a la línea **402a** (en la figura 2A) o mediante una línea conectada a **204a** o **204b** (en la figura 2B).

20 La figura 3 es un gráfico a modo de ejemplo de la demanda de agua caliente por hora y los costes específicos de combustible y electricidad en función de la hora del día, para un sistema inventivo tal como el sistema **200** de calentamiento híbrido, funcionando en una red de consumidores tal como un hotel. La demanda o carga de agua caliente por hora, trazada en el 1^{er} eje Y, alcanza un máximo alrededor de las 7AM, supuestamente cuando una gran porción de los consumidores particulares se está duchando. El consumo de electricidad por hora es casi mínimo entre medianoche y las 5AM, supuestamente cuando muchos de los consumidores están durmiendo, y nuevamente entre las 10AM y las 2PM, supuestamente cuando muchos de los consumidores no están en las instalaciones.

30 El coste específico de electricidad se traza en el 2^o eje Y, en función de la hora del día. Se observan tres tarifas: una tarifa pico de 16,2 céntimos/kWh (17,8¢/kWh); una tarifa de pico medio de 10,4 céntimos/kWh (11,4¢/kWh), y una tarifa fuera de pico de 3,8 céntimos/kWh (4,2¢/kWh). En este ejemplo, la tarifa fuera de pico es inferior al 25 % de la tarifa pico.

35 El coste específico del combustible también se representa en el 2^o eje Y, en función de la hora del día. Por unidad de energía, el combustible fósil utilizado para encender el sistema **110** de calentamiento se observa que es menos costoso durante la mayoría de las horas del día. Sin embargo, el procesador **150** puede calcular o estimar (o se le pueden facilitar) ambos:

- el coeficiente de rendimiento (COP) del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor, y
- la eficiencia térmica del sistema **110** de calentamiento.

45 Por tanto, el procesador **150** puede calcular y comparar el coste de funcionamiento del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor y del sistema **110** de calentamiento y controlar el funcionamiento de los dos sistemas para reducir o minimizar los costes.

Características del procesador 150

50 Además de las características del procesador 150 descritas anteriormente en el presente documento, el procesador 150 también puede tener las siguientes características:

55 1. el procesador **150** puede adaptarse para recibir y procesar datos de costes relativos al sistema **110** de calentamiento convencional y al sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor, así como datos relativos a al menos un parámetro o condición ambiental y diversos parámetros del sistema, y para controlar el funcionamiento del sistema **110** de calentamiento y del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor basado, al menos parcialmente, en estas entradas.

60 2. el procesador **150** puede adaptarse para controlar el funcionamiento del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor simultáneamente con el funcionamiento del sistema **130** con bomba de calor, en donde el sistema **120** y el sistema **130** funcionan en modos de calentamiento opuestos. Por tanto, el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor puede calentar agua mientras el sistema **130** está en modo de enfriamiento.

65 Asimismo, incluso cuando el sistema **130** está en modo de enfriamiento, el procesador **150** utiliza los datos de costes para decidir (por medio de un algoritmo de decisión, conjuntos de criterios, etc.) si hacer funcionar el sistema **110** de calentamiento o el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor.

3. el procesador **150** puede adaptarse para controlar el funcionamiento del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor para aumentar un almacenamiento térmico del mecanismo de almacenamiento térmico durante los períodos de tarifas eléctricas fuera de pico (es decir, basado en un esquema de precios de "tiempo de uso").
 5 Con este fin, puede ser ventajoso tener un mecanismo de almacenamiento térmico, asociado con el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor, teniendo este un volumen de retención de al menos **500** litros (preferiblemente, al menos **1.000** o al menos **2.000** litros, y, en algunos casos, al menos **6.000** litros, al menos **10.000** litros o, al menos, **15.000** litros) por **100** kW de capacidad del sistema **120**.

10 4. El aumento del almacenamiento térmico puede efectuarse aumentando el volumen de llenado del almacenamiento térmico. Alternativa o adicionalmente, el aumento del almacenamiento térmico puede efectuarse aumentando la temperatura del agua producida por el sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor.

15 5. el procesador **150** puede adaptarse para controlar el funcionamiento del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor para aumentar un almacenamiento térmico del mecanismo de almacenamiento térmico en respuesta a un pronóstico relativo a una carga o demanda de agua caliente.

El pronóstico puede basarse en datos de ocupación conocidos o estimados. Tales datos pueden estar disponibles automáticamente para el procesador **150**, por ejemplo, a través de una línea de comunicación asociada con una computadora que contiene datos de registro para el cuerpo, el edificio o la organización central (por ejemplo, un hotel o un hospital) que tiene consumidores **144** de agua caliente y/o consumidores **146** de acondicionamiento.
 20 Alternativa o adicionalmente, dichos datos pueden ingresarse manualmente en el procesador **150**. Por ejemplo, se puede avisar al personal del hotel de que 2 autobuses con turistas llegarán inesperadamente al hotel dentro de una hora. El personal del hotel puede entonces ingresar la entrada **155** de pronóstico de demanda relativo a aproximadamente **100** nuevas llegadas al hotel.

25 El procesador **150** puede adaptarse adicionalmente para recibir al menos una entrada **155** de pronóstico de demanda que incluye datos relativos a, o correlacionados con, la demanda futura de agua caliente u otras utilidades.

La entrada **155** de pronóstico de demanda puede basarse al menos parcialmente en un valor actual o en una estimación de la demanda o del consumo de agua caliente, por ejemplo, recibiendo una entrada del caudalímetro F1 relativa a un caudal actual del agua de reposición (por ejemplo, dentro de la última © hora, dentro de la última hora, dentro de las últimas 2 horas), que puede proporcionar alguna indicación de la demanda esperada. La entrada **155** de pronóstico de demanda puede incluir datos de pronóstico de demanda basados en tendencias de demanda típicas o históricas en función de la hora del día. Dichos datos de pronóstico de demanda pueden incluir tendencias de demanda estacionales, demanda del mismo día de la semana (de la semana anterior, del mes anterior, etc.), demanda de al menos un período que tenga condiciones climáticas similares, etc.
 30

6. el procesador **150** puede adaptarse para controlar el funcionamiento del sistema **110** de calentamiento y del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor basado en un primer rendimiento previsto del sistema **120** de calentamiento de agua con bomba de calor que depende del al menos un parámetro ambiental (u otro parámetro extensible al sistema, tal como el caudal y/o la temperatura del agua de reposición), y un segundo rendimiento previsto relativo al sistema **110** de calentamiento convencional. Normalmente, el al menos un parámetro ambiental incluye una temperatura ambiental y una humedad ambiental.
 40 El rendimiento previsto del sistema **110** de calentamiento convencional puede depender de un pronóstico de una carga o demanda de agua caliente.

45 El rendimiento previsto puede depender de un parámetro de eficiencia variable del sistema **110** de calentamiento convencional. Por ejemplo, El parámetro de eficiencia variable puede proporcionar una eficiencia estimada del sistema **110** de calentamiento basado en una posición temporal dentro de un ciclo de mantenimiento del sistema **110** de calentamiento.

50 Ejemplos

A continuación, se hace referencia a los siguientes ejemplos que, junto con las descripciones anteriores, ilustran la invención de manera no limitante.

55 EJEMPLO 1

Un simulador calcula que el coste anual de combustible de un hotel que funciona con un sistema de calentamiento convencional ("Sistema I") es de 106.800 euros. Un sistema de calentamiento de agua con bomba de calor se integra entonces con el sistema de calentamiento convencional, así como un procesador adaptado para recibir y procesar
 60 datos de costes y eficiencia y datos del COP relativos al sistema de calentamiento convencional y al sistema de calentamiento de agua con bomba de calor, y para controlar el funcionamiento del sistema de calentamiento y del sistema de calentamiento de agua con bomba de calor basado en estas entradas.

Un COP de 2,8, correspondiente a la calificación nominal (del fabricante) de COP, se proporciona al procesador.

65 Utilizando este sistema integrado ("Sistema II"), el simulador calcula un coste anual de combustible de 94.925 euros,

una reducción de costes de aproximadamente 11,1 %.

La simulación se realiza entonces utilizando un COP de 2,35, correspondiente a un valor de COP medido promedio del sistema, en condiciones de funcionamiento reales ("Sistema III"). Utilizando este valor de COP medido promedio, el simulador calcula un coste anual de combustible de 84.694 euros, una reducción de costes de aproximadamente 20,7 % con respecto al sistema de calentamiento original, y una reducción de costes adicional de aproximadamente 10,8 % con respecto al Sistema II.

Asimismo, con respecto al Sistema III, el Sistema II toma una decisión incorrecta con respecto a qué sistema de calentamiento hacer funcionar (o qué sistema es económicamente preferible) en aproximadamente el 37 % de las decisiones.

EJEMPLO 2

Un simulador calcula que el coste anual de combustible de un hotel que funciona con un sistema de calentamiento convencional ("Sistema I") es de 120.150 euros. Un sistema de calentamiento de agua con bomba de calor y un procesador se integran entonces con el sistema de calentamiento convencional, como en el Sistema III del ejemplo 1.

La simulación se realiza entonces utilizando un COP de 2,35, correspondiente a un valor de COP medido promedio del sistema, en condiciones de funcionamiento reales. Utilizando este valor de COP medido promedio, el simulador calcula un coste anual de combustible de 93.112 euros, una reducción de costes de aproximadamente 22,5 % con respecto al sistema de calentamiento original.

El procesador se adapta entonces para controlar el funcionamiento del sistema de calentamiento convencional y del sistema de calentamiento de agua con bomba de calor en función de un rendimiento previsto (correlacionado) del sistema de calentamiento de agua con bomba de calor que depende de la temperatura ambiental ("Sistema IV"). La regresión se realiza sobre datos reales del sistema (en condiciones de funcionamiento reales) para obtener la correlación, es decir, el rendimiento (COP) del sistema de calentamiento de agua con bomba de calor en función de la temperatura ambiental.

Utilizando este valor de COP correlacionado, el simulador calcula un coste anual de combustible de 86.101 euros, una reducción de costes de aproximadamente 28,3 % con respecto al sistema de calentamiento original, y una reducción de costes adicional de aproximadamente 9,2 % con respecto al Sistema III.

Asimismo, con respecto al Sistema IV, el Sistema III toma una decisión equivocada con respecto a qué sistema de calentamiento hacer funcionar (o qué sistema es económicamente preferible) en aproximadamente el 26 % de las decisiones.

Como se utiliza en el presente documento en la memoria descriptiva y en la sección de reivindicaciones que sigue, el término "sistema de calentamiento convencional" está destinado específicamente a incluir sistemas que consumen combustibles fósiles, tales como diversos sistemas de combustión de combustibles líquidos (por ejemplo, aceite, gasóleo, gasolina, gas natural) y sistemas de combustión de combustibles sólidos (por ejemplo, carbón); sistemas de consumo de biomasa, incluida la celulosa, la lignina y cualquier producto y/o subproducto de estas; y sistemas de calentamiento eléctrico, tales como los calentadores por resistencia (por ejemplo, una bobina). El término "sistema de calentamiento convencional" está destinado específicamente a excluir los sistemas con bomba de calor, tales como un sistema de calentamiento de agua con bomba de calor, ya sea impulsado por electricidad, combustible líquido u otros medios.

Como se utiliza en el presente documento en la memoria descriptiva y en la sección de reivindicaciones que sigue, el término "modos de calentamiento opuestos", con respecto a dos sistemas con bomba de calor, se refiere a un estado en el que uno de los sistemas con bomba de calor funciona en modo de calentamiento, para calentar agua u otro fluido de intercambio de calor mientras se enfría el entorno, mientras el otro sistema con bomba de calor funciona en un modo de enfriamiento, para enfriar agua u otro fluido de intercambio de calor mientras bombea calor al entorno.

Como se utiliza en el presente documento en la memoria descriptiva y en la sección de reivindicaciones que sigue, el término "combustible fósil" se refiere a los combustibles derivados de la materia viva, normalmente de un período o tiempo geológico previo, incluyendo tales combustibles el gasóleo, el carbón, el gas licuado de petróleo (GLP), el gas natural y el petróleo pesado (o crudo).

Como se utiliza en el presente documento en la memoria descriptiva y en la sección de reivindicaciones que sigue, el término "dirigir un flujo calentado de líquido hacia el consumidor", y similares, se refiere a un flujo calentado de líquido, normalmente agua, que se entrega directamente al consumidor (por ejemplo, al lavabo, a la cabina de ducha, al radiador, a la piscina), que se entrega indirectamente al consumidor (por ejemplo, a través de un tanque de almacenamiento) o que se entrega a otro intercambiador de calor (por ejemplo, en un bucle o ciclo secundario), con el fin de producir otro flujo calentado de líquido que se dirige hacia el consumidor. Como un primer ejemplo, en un sistema con bomba de calor que tiene únicamente un bucle o mecanismo primario, el flujo calentado de líquido puede

- bombearse directamente al consumidor, tal como el consumidor **144a** o **146a** de la figura 2, o el flujo calentado de líquido puede bombearse al intercambiador de calor (por ejemplo, el intercambiador 113) con el fin de absorber calor adicional antes de ser bombeado al tanque de almacenamiento o directamente a los consumidores. Como un segundo ejemplo, en un sistema con bomba de calor que tiene un mecanismo de circulación primario y un mecanismo de circulación secundario (por ejemplo, el bucle 430 primario y el bucle 440 secundario de la figura 2A), el flujo calentado de líquido puede bombearse al intercambiador de calor secundario (por ejemplo, el intercambiador 422), de modo que el agua que finalmente se entrega a los consumidores (por ejemplo, a través de la línea 129) se calienta primero en el intercambiador de calor secundario.
- 5
- 10 Siempre que se indique un intervalo numérico en el presente documento, el intervalo está destinado a incluir cualquier número citado (fraccional o integral) dentro del intervalo indicado. La frase "que varía(n) entre" un primer número y un segundo número y la frase "dentro de un intervalo de un primer número a un segundo número, y similares, se utilizan en el presente documento de manera intercambiable y están destinados a incluir los números indicados primero y segundo y todos los números fraccionales e integrales entre estos.
- 15 Aunque la invención se ha descrito junto con realizaciones específicas de esta, es evidente que muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán evidentes para aquellos expertos en la materia. Por consiguiente, se pretende abarcar todas esas alternativas, modificaciones y variaciones que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) de calentamiento híbrido que comprende:

5 a) un sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor que incluye:

i) un mecanismo de presurización, asociado con una tubería de circulación de refrigerante, adaptada para aumentar la presión de un primer fluido refrigerante para producir un fluido refrigerante presurizado;

10 ii) un primer sistema de intercambio de calor que incluye:

un mecanismo de circulación primario, en comunicación fluida con, un primer intercambiador (122) de calor, estando dicho primer intercambiador (122) en comunicación fluida con dicha tubería de circulación de refrigerante, estando dicho primer intercambiador (122) y dicho mecanismo de circulación primario adaptados para efectuar un intercambio de calor indirecto entre un primer flujo de líquido y dicho fluido refrigerante presurizado, de modo que se transfiere calor desde dicho fluido refrigerante presurizado a dicho primer flujo de líquido para producir un primer flujo calentado de líquido y de modo que se produce un fluido refrigerante de entalpía reducida, incluyendo opcionalmente dicho sistema de intercambio de calor al menos un mecanismo de circulación secundaria que tiene, y en comunicación fluida con, un intercambiador de calor secundario,

20 iii) un mecanismo de despresurización, en comunicación fluida con dicha tubería de circulación de refrigerante y adaptado para recibir dicho líquido refrigerante de entalpía reducida y para reducir presión de este, con el fin de producir un fluido refrigerante despresurizado que tiene una presión más baja que dicho fluido de entalpía reducida, y

25 iv) un segundo intercambiador (124) de calor, estando dicho segundo intercambiador (124) en comunicación fluida con dicha tubería de circulación y adaptándose para efectuar un intercambio de calor entre dicho fluido refrigerante despresurizado y una fuente de calor, de modo que se produce dicho primer fluido refrigerante;

30 b) un sistema (110) de calentamiento convencional que incluye al menos un calentador convencional que tiene un intercambiador (113) de calor de superficie y un segundo mecanismo de circulación primario en comunicación fluida con dicho intercambiador de superficie, estando dicho segundo mecanismo de circulación primario adaptado para efectuar un intercambio de calor entre dicho intercambiador (113) de calor de superficie y un segundo flujo de líquido con el fin de producir un segundo flujo calentado de líquido;

35 c) una pluralidad de sensores, cada uno adaptado para medir al menos un parámetro del sistema, incluyendo dicha pluralidad de sensores al menos un primer sensor de temperatura y un segundo sensor de temperatura asociados con dicho sistema de intercambio de calor; e incluyendo además un sensor de consumo de energía, que proporciona información sobre el consumo de energía, y un sensor de flujo, asociado con cualquier mecanismo de circulación, y que proporciona información de flujo;

40 d) un mecanismo de entrada adaptado para proporcionar datos de costes relativos a un primer coste de energía para suministrar energía a dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor e información de costes relativa a un segundo coste de energía para hacer funcionar dicho sistema (110) de calentamiento convencional, y

45 e) un procesador que incluye un criterio de almacenamiento de memoria que especifica cuándo hacer funcionar dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor y cuándo hacer funcionar dicho sistema (110) de calentamiento convencional,

estando dicho procesador (150) adaptado para recibir y procesar:

50 i) dichos datos de costes;

ii) dicha información de costes;

iii) datos relativos a los parámetros del sistema;

iv) información de flujo relativa a un caudal de un líquido dentro de cualquiera de dichos mecanismos de circulación de dicho primer sistema de intercambio de calor, y

55 v) información de consumo de energía relativa a un consumo de energía de al menos una porción de dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor,

estando dicho procesador (150) adaptado adicionalmente para controlar el funcionamiento de dicho sistema (110) de calentamiento convencional y dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor en base a dichos criterios; y en donde dichos criterios se basan, al menos en parte, en información del coeficiente de rendimiento relativa a dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor, en donde dicha información del coeficiente de rendimiento se basa en una pluralidad de datos del coeficiente de rendimiento real previamente obtenidos por dicho sistema con bomba de calor, y en donde dicha pluralidad de datos del coeficiente de rendimiento real se pondera de acuerdo con un criterio de similitud entre las condiciones de funcionamiento pasadas y las condiciones de funcionamiento actuales de dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor.

2. El sistema de calentamiento híbrido de la reivindicación 1, en donde dicho mecanismo de circulación primario de dicho primer sistema de intercambio de calor está adaptado para dirigir dicho primer flujo calentado de líquido hacia un consumidor (140).
- 5 3. El sistema de calentamiento híbrido de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde dichos criterios se basan, al menos en parte, en la información del coeficiente de rendimiento relativa a dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor, en donde dicha información del coeficiente de rendimiento incluye un coeficiente de rendimiento promedio de dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor, estando dicho promedio basado en una pluralidad de dicho período de tiempo particular; y
- 10 en donde dicha información del coeficiente de rendimiento incluye un coeficiente de rendimiento real de dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor durante al menos un período de tiempo particular.
4. El sistema de calentamiento híbrido de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, estando dicho procesador (150) adaptado para calcular un calor transferido por dicho sistema con bomba de calor a un líquido dentro de dicho primer sistema de intercambio de calor, basado en parte en un diferencial de temperatura entre dicho segundo sensor de temperatura y dicho primer sensor de temperatura.
- 15 5. El sistema de calentamiento híbrido de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, siendo dicho primer coste de energía relativo a un coste de electricidad, y siendo dicho segundo coste de energía relativo a un coste de combustible para hacer funcionar dicho sistema (110) de calentamiento convencional.
- 20 6. El sistema de calentamiento híbrido de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde, basado en dichos criterios, dicho procesador (150) está adaptado para hacer funcionar dicho sistema (110) de calentamiento convencional y dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor en un modo simultáneo.
- 25 7. El sistema de calentamiento híbrido de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, estando dicho procesador (150) adaptado adicionalmente para controlar el funcionamiento de dicho sistema de calentamiento convencional y dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor basado en un primer rendimiento previsto de dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor, dependiendo dicho rendimiento previsto de al menos un parámetro seleccionado del grupo de parámetros que consiste en un parámetro ambiental, una temperatura del líquido de entrada a dicho primer intercambiador (122), y una velocidad de caudal del líquido de entrada a dicho primer intercambiador (122).
- 30 8. El sistema de calentamiento híbrido de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, estando dicho procesador (150) adaptado adicionalmente para controlar el funcionamiento de dicho sistema (110) de calentamiento convencional y dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor basado en un segundo rendimiento previsto de dicho sistema (110) de calentamiento convencional, en donde dicho segundo rendimiento previsto depende de un parámetro de eficiencia variable de dicho sistema (110) de calentamiento convencional, y en donde dicho parámetro de eficiencia variable proporciona una eficiencia estimada de dicho sistema (110) de calentamiento convencional basado en una posición temporal dentro de un ciclo de mantenimiento de dicho sistema (110) de calentamiento convencional.
- 35 9. El sistema de calentamiento híbrido de la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en donde dicho al menos un parámetro ambiental incluye una humedad ambiental.
- 45 10. El sistema de calentamiento híbrido de una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde dichos criterios se basan, al menos en parte, en dicha información del coeficiente de rendimiento relativa a dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor, y en donde dicha información del coeficiente de rendimiento se deriva de dichos datos relativos a dichos parámetros del sistema, dicha información de flujo y dicha información de consumo de energía.
- 50 11. El sistema de calentamiento híbrido de la reivindicación 10, en donde dicha información del coeficiente de rendimiento se basa en una regresión de una pluralidad de datos del coeficiente de rendimiento real previamente alcanzados por dicho sistema con bomba de calor, en donde una ponderación de dichos datos del coeficiente real de rendimiento se basa en un criterio de similitud entre las condiciones de funcionamiento pasadas y las condiciones de funcionamiento actuales de dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor, y en donde dichas condiciones de funcionamiento pasadas y actuales incluyen al menos una de una temperatura ambiental, una humedad relativa o absoluta, una temperatura del líquido de entrada a dicho primer intercambiador (122), un caudal de líquido de entrada a dicho primer intercambiador (122), y una demanda de energía.
- 60 12. El sistema de calentamiento híbrido de una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que comprende además un sistema de aire acondicionado adaptado para enfriar al menos un volumen, espacio o habitación, estando dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor y dicho sistema de aire acondicionado adaptados para hacer funcionar, según la demanda, simultáneamente en modos de calentamiento opuestos, y en donde, cuando dicho sistema de aire acondicionado funciona en modo de enfriamiento, dicho procesador (150) está adaptado para recibir y procesar dichos datos de costes, dicha información de costes, datos relativos a dichos
- 65

parámetros del sistema, información de flujo relativa a un caudal de dicho primer flujo de líquido e información de consumo de energía relativa a un consumo de energía de al menos una porción de dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor, y para controlar el funcionamiento de dicho sistema (110) de calentamiento convencional y dicho sistema de calentamiento de agua con bomba de calor basado en dichos criterios.

- 5
13. El sistema de calentamiento híbrido de la reivindicación 12, en donde dicho sistema de aire acondicionado es un sistema de acondicionamiento con bomba de calor adaptado adicionalmente para calentar dicho al menos un volumen, espacio o habitación,
- 10
- estando dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor y dicho sistema de aire acondicionado adaptados para hacer funcionar, según la demanda, simultáneamente en un modo de calentamiento, y en donde, cuando dicho sistema de aire acondicionado funciona en dicho modo de calentamiento, dicho procesador (150) está adaptado para recibir y procesar dichos datos de costes, dicha información de costes, datos relativos a dichos parámetros del sistema, información de flujo relativa a un caudal de dicho primer flujo de líquido e información
- 15
- de consumo de energía relativa a un consumo de energía de al menos una porción de dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor, y para controlar el funcionamiento de dicho sistema (110) de calentamiento convencional y dicho sistema (120) de calentamiento de agua con bomba de calor basado en dichos criterios.

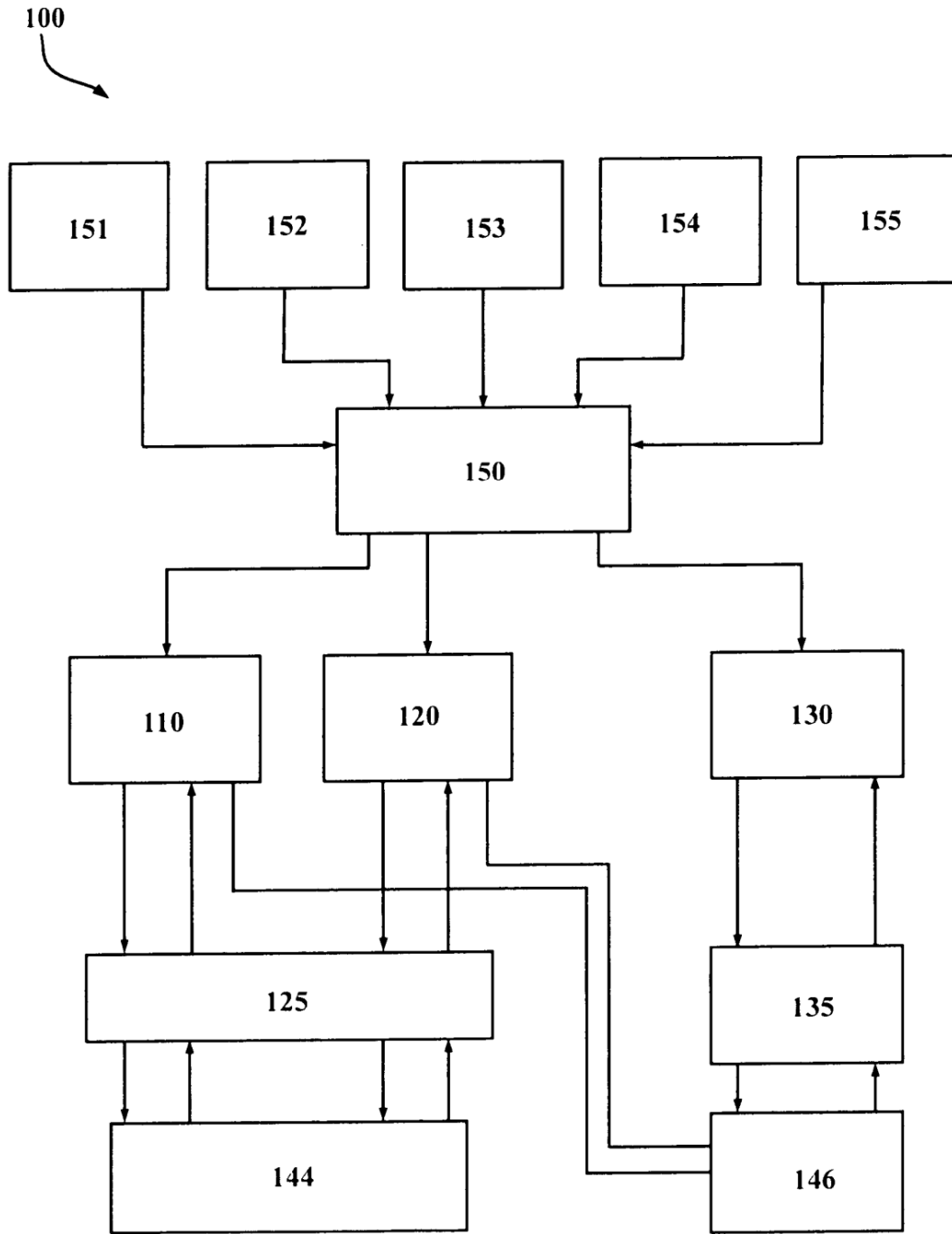


Figura 1

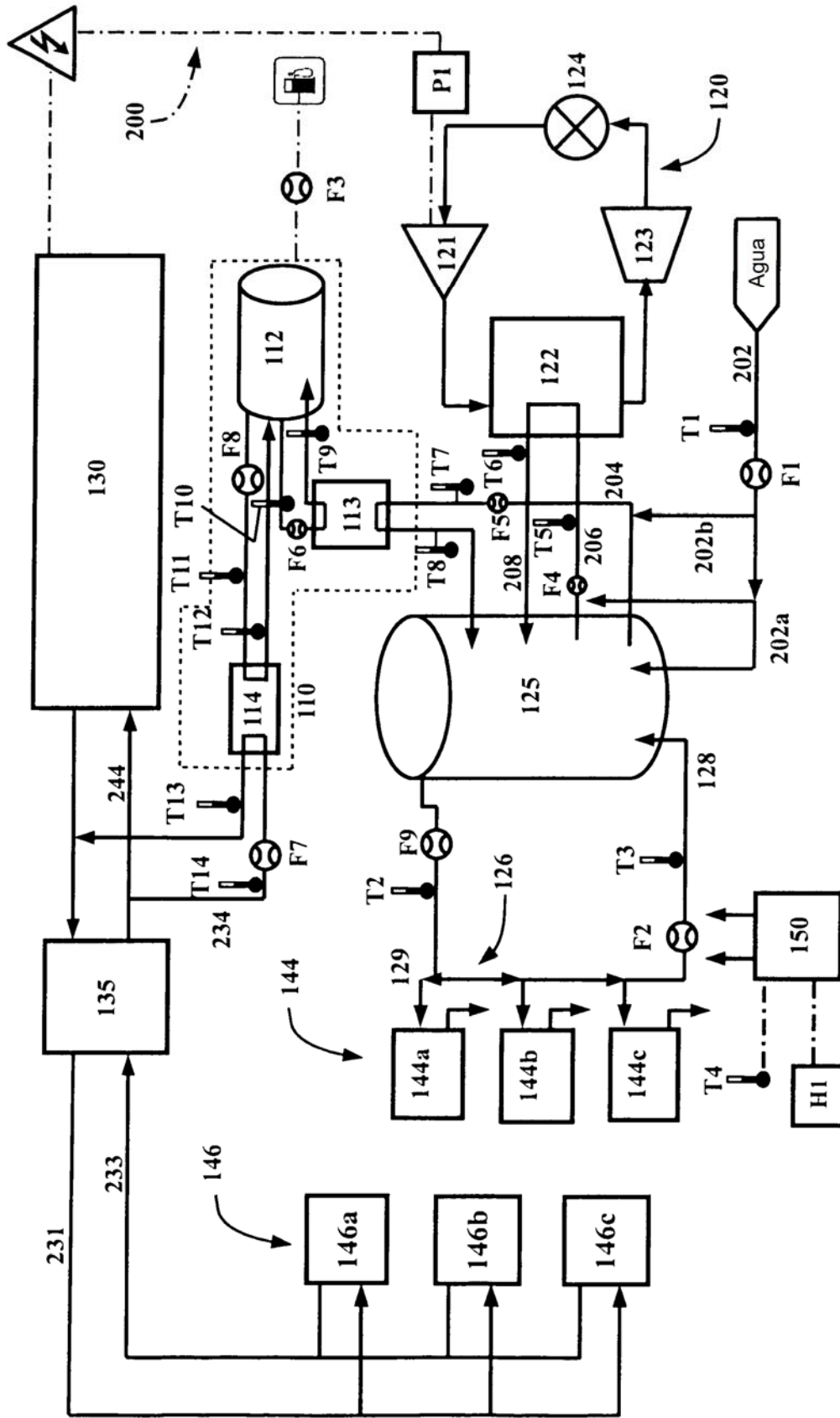


FIGURA 2

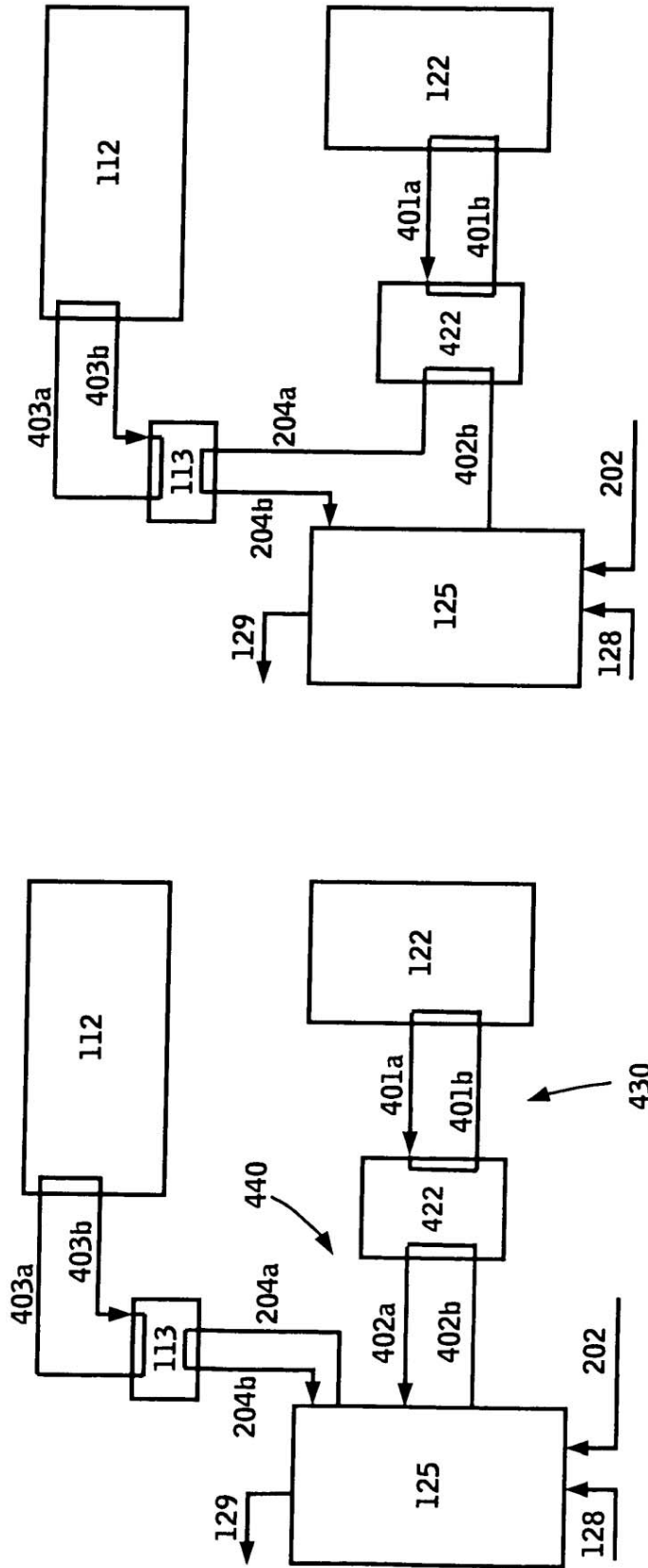


FIGURE 2A

FIGURE 2B

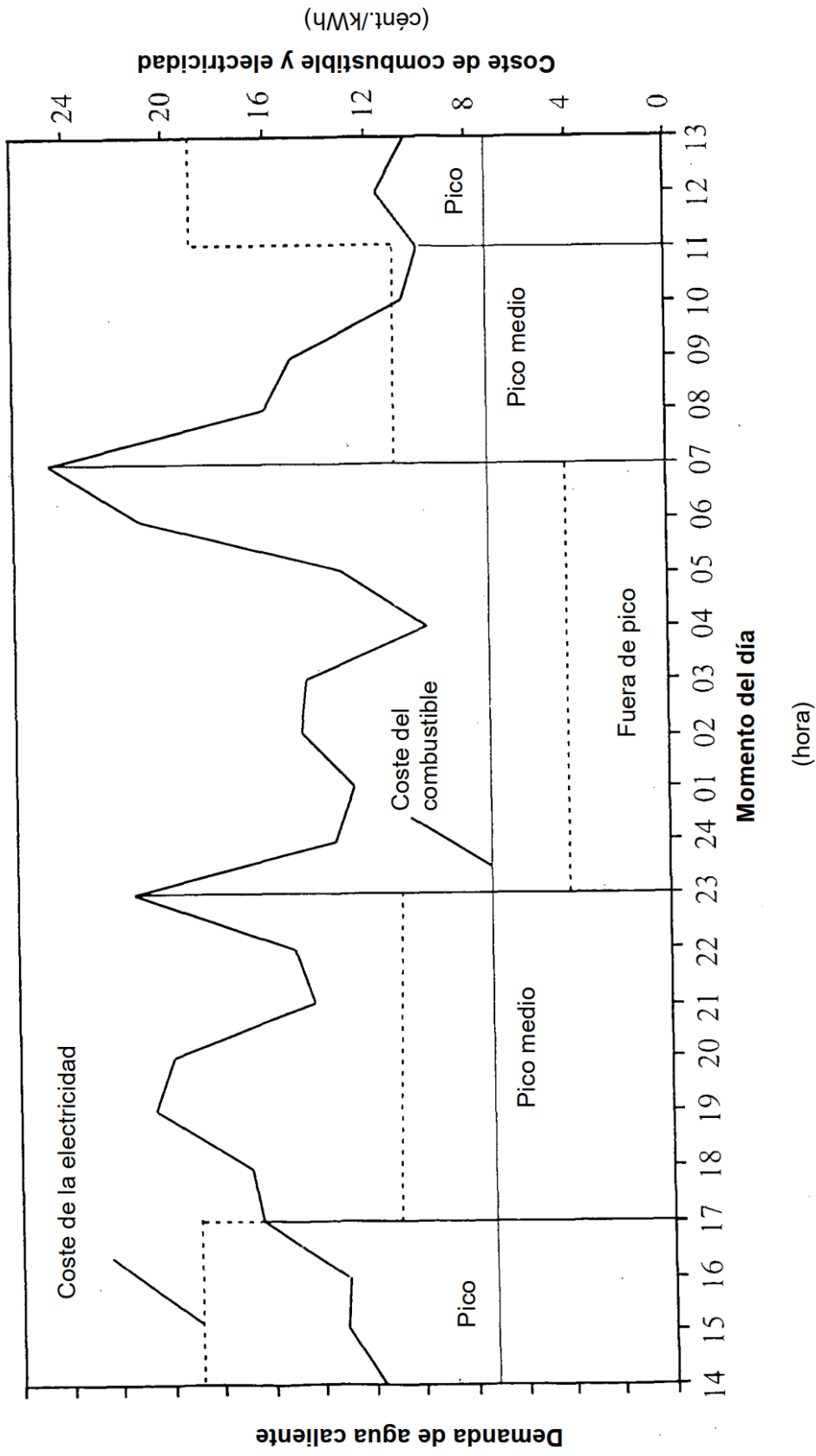


FIGURA 3