

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 206**

51 Int. Cl.:

F24D 17/00 (2006.01)

F24D 17/02 (2006.01)

F24D 19/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2012** **E 12165306 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018** **EP 2525157**

54 Título: **Procedimiento de producción de un caudal de agua caliente y sistema asociado**

30 Prioridad:

18.05.2011 FR 1154316

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

19.11.2018

73 Titular/es:

**ARMINES (100.0%)
60, Boulevard Saint Michel
75272 Paris Cedex 06, FR**

72 Inventor/es:

**CLODIC, DENIS y
NEHME, GEORGES**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 690 206 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

Procedimiento de producción de un caudal de agua caliente y sistema asociado

5 Sector de la técnica

La invención trata de un procedimiento de producción de un caudal de agua caliente y un sistema asociado. Encuentra su aplicación particular en el campo del calentamiento del agua caliente sanitaria doméstica, pero también, en el campo del agua caliente utilizada en los procedimientos industriales.

10

Estado de la técnica

Se conocen las bombas de calor que utilizan las aguas grises tal como se describe en las patentes FR2885406 (solicitud 05 04597), EP 1 724 531, o CN2779309.

15

Las aguas grises son aguas tibias de recuperación cuya temperatura es dependiente de la utilización realizada por los usuarios (particulares o industria) del agua distribuida por la red de distribución, estas aguas grises provienen, por ejemplo, de las duchas, de los lavabos, de las bañeras, de los fregaderos, de los sistemas de lavado industriales, con la exclusión de los inodoros cuyas aguas se denominan aguas negras.

20

Las aguas grises son por lo tanto aguas tibias que provienen generalmente de una mezcla de agua caliente almacenada y de agua distribuida y que se vuelve gris por el hecho de la adición de jabón, de grasas, de restos alimentarios en el transcurso de su uso. Estas tienen una temperatura superior a la temperatura del agua urbana distribuida o del agua industrial distribuida. Estas constituyen a lo largo del año una fuente de calor de temperatura débilmente variable, normalmente alrededor de 32 °C, a condición de aislar las tuberías y de recuperar estas aguas más cerca de su fuente.

25

Las aguas grises son por lo tanto una fuente totalmente adaptada a la producción de agua caliente, pudiendo ser efectuada esta producción con la ayuda de una bomba de calor, en particular, una bomba que utiliza una mezcla zeotrópica (es decir, que hierve a temperatura variable perdiendo su composición inicial) de fluidos refrigerantes.

30

En viviendas residenciales, en los sitios de producción industriales o en las cocinas de restauración colectiva, una red específica dotada de un aislamiento térmico, independiente de la red de recolecta de las aguas negras, debe, no obstante, instalarse si todavía no existe para recuperar las aguas grises con el fin de extraer las calorías.

35

Estas aguas grises, tal como se indica en la patente FR2885406, deben filtrarse y pueden almacenarse en un depósito dedicado aislado térmicamente, antes de su paso en una bomba de calor. Después de la extracción de su energía, pueden ser el objeto de diversas utilizaciones o ser desechadas en su totalidad en el alcantarillado.

40

La temperatura del agua urbana distribuida se mide para modular uno u otro de los caudales que circulan en el condensador de la bomba de calor, es decir, los caudales de agua fría distribuida y de fluido refrigerante, con el fin de fijar unas condiciones de condensación estable. La temperatura del agua urbana distribuida y la temperatura del agua gris se miden igualmente para la activación del sistema.

45

Según lo indican distintas publicaciones científicas y la patente CN101504190, también es interesante en el plano energético agotar el calor de las aguas grises, cuyo caudal no esté adaptado, en dos intercambiadores sucesivos. En un primer intercambiador entre el agua gris y el agua urbana, el agua gris se enfría y el agua urbana se calienta. En un segundo intercambiador que constituye el evaporador de una bomba de calor, el agua gris se enfría una vez más. El agua urbana, ya calentada en el intercambiador aguas arriba del condensador, se calienta en el condensador de la bomba de calor hasta su temperatura de utilización o de almacenamiento.

50

No obstante, se siguen esperando soluciones siempre más eficaces en el plano energético, que eviten cualquier pérdida. El problema técnico abordado es por lo tanto de mejorar el rendimiento energético de un sistema de producción de agua caliente de este tipo utilizando como fuente de calor las aguas grises.

55

Objeto de la invención

La invención consiste en un procedimiento de calentamiento del agua caliente sanitaria por una bomba de calor utilizando una reserva de agua gris, conservada en un depósito de recuperación. De manera más precisa, la invención consiste en un procedimiento de producción de un caudal de agua caliente sanitaria o industrial, a una temperatura deseada a partir de agua urbana, por una bomba de calor que incluye un condensador apto para calentar el agua urbana por un fluido refrigerante que se condensa en el mismo y un evaporador en el que circula el agua gris apta para hacer evaporar dicho fluido refrigerante, estando almacenada dicha agua gris aguas arriba de dicho evaporador en un depósito alimentado por el agua tibia utilizada obtenida por la mezcla del agua caliente y del agua urbana, incluyendo el procedimiento una etapa de obtención de al menos una temperatura entre la temperatura del agua urbana y la temperatura del agua tibia utilizada, y estando caracterizado por que incluye además una etapa

60

65

de regulación del caudal de agua gris que sale de dicho depósito y que entra en dicho evaporador en función de la al menos una temperatura obtenida anteriormente.

5 Esta regulación particular del caudal de agua gris permite mejorar el rendimiento energético con respecto a los procedimientos existentes, teniendo en cuenta un valor de temperatura energéticamente determinante para la transferencia de calor, susceptible de variar y de tener un impacto sobre la transferencia de calor, desfavorable si una variación de este tipo no se tiene en cuenta.

10 Según un modo de realización preferente, el procedimiento incluye una etapa de obtención de cada una de las temperaturas entre la temperatura del agua urbana y la temperatura del agua tibia utilizada. En este caso, la etapa de regulación del caudal de agua gris que sale de dicho depósito y que entra en dicho evaporador puede ser efectuada en función de las dos temperaturas. De este modo, se tienen en cuenta los dos parámetros susceptibles de variar y de tener un impacto sobre la transferencia de calor.

15 Según un modo de realización particular, el procedimiento incluye además una etapa de cálculo de una relación de amplificación de caudal igual a la relación de la diferencia de las temperaturas del agua caliente y del agua urbana en la diferencia entre las temperaturas de agua tibia utilizada y de agua urbana, y una etapa de regulación del caudal de agua gris que sale de dicho depósito y que entra en dicho evaporador para que la relación entre este caudal y dicho caudal de agua caliente por producir sea una función de dicha relación de amplificación de caudal.

20 De manera ventajosa, la relación del caudal de agua gris por el caudal de agua caliente que se debe producir se elige igual, al 10 o al 20 % aproximadamente a la relación de amplificación. También se puede introducir un correctivo dependiendo de otros parámetros sin salirse del marco de la invención. El caudal de agua gris es siempre superior al caudal de agua urbana por calentar ya que la relación de amplificación de caudal es siempre superior a 1.
25 La energía óptima se obtiene cuando la relación del caudal de agua gris por el caudal de agua caliente que se debe producir se elige igual a la relación de amplificación.

El procedimiento puede comprender una determinación previa del caudal de agua caliente que se debe producir con la ayuda de un procedimiento de aprendizaje, por ejemplo, por algoritmo genético, utilizando al menos un historial
30 del nivel de agua medido en dicho depósito alimentado por el agua tibia utilizada, accediendo de esta manera a las variaciones repetitivas de las necesidades de agua caliente en el transcurso de las semanas y de las estaciones. Gracias a esta característica, se prevén de manera más cercana las necesidades de agua caliente y la instalación es la más económica posible. De este modo, un regulador elige la producción de agua caliente del día siguiente, siendo esta preferentemente la más débil posible. Esto permite entonces minimizar el tiempo de funcionamiento de la
35 bomba de calor y minimizar también las pérdidas térmicas del depósito de agua caliente que puede ser llenado solo parcialmente.

Eventualmente, el procedimiento incluye una etapa de precalentamiento del agua urbana por dicha agua gris en un intercambiador por intercambio directo situado aguas abajo de dicho depósito y aguas arriba de dicho condensador.
40 Tal como se ha mencionado en la introducción, esta característica es igualmente ventajosa en el plano energético. La etapa de precalentamiento puede de esta manera efectuarse para llevar la temperatura del agua urbana a una temperatura inferior de 2 K a dicha temperatura de agua gris almacenada en dicho depósito, permitiendo aumentar la eficacia energética del dispositivo. Esta optimización es posible ya que la variación con el transcurso del tiempo de la relación de amplificación de caudal es inferior al 8 o al 10 %. De manera general, la débil variación de la relación
45 de caudales de agua gris y de agua urbana por calentar permite dimensionar los dos intercambiadores de la bomba de calor por igual en función de los caudales y de su relación.

Según un primer enfoque, la etapa de obtención de la temperatura del agua tibia utilizada consiste en estimar esta temperatura a partir de una temperatura de agua gris almacenada en el depósito y medida por un sensor, así como una dispersión teórica entre el agua tibia tal como se utiliza y el agua gris almacenada. De manera alternativa, según otro enfoque, la etapa de obtención de la temperatura de agua tibia utilizada comprende una etapa de medida directa de esta temperatura.

Según una característica de implementación al inicio, el procedimiento puede incluir una etapa que consiste en verificar que la temperatura de agua tibia utilizada es superior a una temperatura umbral antes de almacenar esta
55 agua tibia utilizada en dicho depósito.

Según otra característica posible de implementación al inicio, el procedimiento incluye una etapa preliminar de llenado de dicho depósito con agua a una temperatura meta comprendida entre más y menos 8 K alrededor de la temperatura esperada para las aguas grises, determinada en función de una utilización de dicho procedimiento. Esta característica permite proceder al inicio del procedimiento de manera simple. Se pueden prever otras posibilidades de inicio del sistema.

La invención se refiere también a un sistema de producción de un caudal de agua caliente a una temperatura deseada a partir de agua urbana por una bomba de calor en la que circula el agua gris, estando almacenada dicha
65 agua gris aguas arriba de dicho evaporador en un depósito alimentado por el agua tibia utilizada obtenida por la

mezcla del agua caliente y del agua urbana, incluyendo el sistema unos medios de obtención de al menos una temperatura entre la temperatura del agua urbana y la temperatura del agua tibia utilizada y estando caracterizado por que incluye igualmente unos medios de regulación del caudal de agua gris que sale de dicho depósito y que entra en dicho evaporador en función de al menos una temperatura.

5 Este sistema permite mejorar el rendimiento energético, teniendo en cuenta un valor energéticamente determinante para la transferencia de calor, susceptible de variar y de tener un impacto sobre la transferencia de calor, impacto desfavorable si una variación de este tipo no se tiene en cuenta. Según un modo preferente, el sistema incluye unos medios de obtención de cada una de las temperaturas entre la temperatura del agua urbana y la temperatura del agua tibia utilizada, teniendo en cuenta de esta manera los dos parámetros susceptibles de variar.

15 Según un modo de realización, el sistema incluye unos medios de cálculo de una relación de amplificación de caudal igual a la relación de la diferencia de las temperaturas del agua caliente y del agua urbana y a la diferencia de las temperaturas del agua tibia utilizada y del agua urbana y de los medios de regulación del caudal de agua gris que sale de dicho depósito y que entra en dicho evaporador para que la relación entre este caudal y dicho caudal de agua caliente que se debe producir sea dependiente de dicha relación de amplificación de caudal. El sistema es por lo tanto notable ya que las relaciones de los caudales de agua urbana en el condensador y de agua gris en el evaporador se adaptan para extraer de la manera más eficaz posible, en el plano energético, el calor del agua gris para calentar el agua urbana distribuida y hacer a partir de ello el agua caliente.

20 Según un modo de realización preferente, el sistema incluye un depósito de agua caliente después del calentamiento. En este caso, el depósito de agua gris se dimensiona, con respecto del almacenamiento de agua gris para mantener la relación de caudal mencionada. De este modo, tiene preferentemente un volumen esencialmente igual al volumen del depósito de agua caliente después del calentamiento multiplicado por la relación de amplificación de caudal. El volumen de la reserva de agua gris es entonces suficiente para responder a la demanda más grande prevista y se califica por ello como "reserva de estabilización".

30 La constitución de una reserva compensadora de agua gris y no de agua caliente es ventajosa, porque, de manera general, la dispersión de energía de una reserva con el transcurso del tiempo es proporcional a la diferencia de las temperaturas de la reserva y del medio ambiente. De ello se desprende que, en calidad de aislamiento igual, que la dispersión de energía es muy inferior para una reserva de estabilización de agua gris que para una reserva de estabilización de agua caliente.

35 De manera alternativa, el agua caliente después del calentamiento no se almacena.

40 Según un modo de realización particularmente ventajoso, el fluido refrigerante es una mezcla de fluidos refrigerantes cuyos cambios de fase en la condensación se efectúan con una diferencia de temperatura de al menos 12 K entre el principio y el final de la condensación a presión constante. Esta característica suplementaria permite mejorar el rendimiento de la bomba de calor.

45 Por otra parte, la relación de amplificación de caudal entre los caudales de agua caliente y de agua gris puede ser controlada con un doble sistema de almacenamiento de agua caliente y de agua gris, o la combinación de un sistema de almacenamiento de agua caliente y de un sistema circulante de agua gris, o la combinación de un sistema de almacenamiento de agua gris y de un sistema circulante de agua caliente.

De manera ventajosa, se utiliza más la electricidad de noche, cuya tarifa es inferior a la tarifa diurna, para constituir la reserva de agua caliente.

Descripción de las figuras

50 Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción dada a continuación en referencia a los dibujos adjuntos que ilustran dos ejemplos de realización desprovistos de carácter limitativo.

55 La figura 1 representa un modo de realización de un sistema según la invención, en una configuración.

La figura 2 representa una segunda configuración del mismo modo de realización de un sistema según la invención.

La figura 3 presenta un diagrama temperatura - entropía de masas de una mezcla de fluidos refrigerantes utilizada en un modo de realización de la invención.

La figura 4 presenta un segundo modo de realización de la invención.

60 Las figuras 5 a 7 presentan unos modos de realización de un procedimiento según la invención.

Descripción detallada de la invención

65 La figura 1 representa un sistema de calentamiento de agua sanitaria conforme a un modo particular de realización de la invención.

ES 2 690 206 T3

En el modo de realización descrito en este documento, este sistema incluye un depósito 8 para almacenar el agua caliente producida por el sistema, también calificada como agua caliente sanitaria.

5 Se supondrá en este ejemplo que el agua caliente sanitaria se almacena en el depósito 8 a una temperatura T_{ECH} superior a 55 °C.

10 La utilización del agua caliente sanitaria por los usuarios domésticos varía de una temperatura del orden de 38 °C para las duchas a una temperatura del orden de 45 °C para la vajilla. Sin embargo, por motivos de seguridad sanitaria, especialmente para limitar la proliferación de la Legionella, el almacenamiento del agua caliente se hace normalmente a una temperatura de al menos 55 °C. Se debe efectuar por lo tanto una mezcla entre el agua caliente extraída del depósito 8 a al menos 55 °C y del agua urbana distribuida a temperatura variable.

15 De conformidad con la invención, y de una manera general, el agua caliente sanitaria se obtiene por calentamiento de agua urbana distribuida, la temperatura T_{EV} del agua urbana distribuida siendo variable y, en cualquier caso, no está controlada. Está producida por una bomba de calor 50, con la ayuda de la energía de una reserva de agua gris conservada en un depósito 1.

20 La bomba de calor 50 utiliza una mezcla zeotrópica de fluidos refrigerantes. Incluye principalmente un evaporador 3, un compresor 5 que actúa sobre el fluido refrigerante, un condensador 4, una válvula de alivio 6 para el fluido refrigerante, un circuito de calentamiento de agua urbana 12 y un circuito de agua gris 14. El agua gris, después de haber transferido su calor, se desecha en un alcantarillado 133.

25 Los caudales en el condensador 4, donde circulan el agua urbana por calentar (caudal M_{ECH}) y la mezcla de fluidos refrigerantes (caudal M_{FF}), están a contracorriente. De la misma manera que el evaporador 3, el agua gris (caudal M_{EG}) circula a contracorriente del fluido refrigerante (caudal M_{FF}).

30 El agua gris utilizada por la bomba de calor 50 proviene del agua tibia utilizada por los usuarios, residentes o industriales. A modo de ejemplo, se ha representado, en la figura 1, un fregadero 7 del cual se recupera el agua gris en un depósito 1.

35 El agua tibia se ha obtenido inicialmente, gracias a una mezcladora 110, mezclando el agua caliente sanitaria a la temperatura T_{ECH} , que proviene, por medio de una canalización 125, del depósito de agua caliente 8, y de agua urbana distribuida (fría), a temperatura T_{EV} , llevada por una canalización 11. Se supondrá en este ejemplo que la temperatura T_{EV} del agua urbana distribuida llevada por la canalización 11 es susceptible de variar entre 5 °C y 20 °C.

La masa M_{UTIL} de agua tibia utilizada, en este caso en el fregadero 7, es igual a la suma realizada en la mezcladora 110 de las masas M_{ECH} de agua caliente retirada del depósito 8 y M_{EV} de agua urbana distribuida utilizadas.

$$40 \quad M_{UTIL} = M_{ECH} + M_{EV} \quad (1)$$

45 En función del uso, la temperatura T_{UTIL} del agua tibia utilizada está típicamente comprendida entre 38 °C (temperatura de uso para una ducha) y 45 °C (temperatura de uso para un lavavajillas). La temperatura T_{EG} del agua gris almacenada en el depósito 1 es sustancialmente inferior a la temperatura del agua tibia utilizada T_{UTIL} debido a las dispersiones a nivel del fregadero, de la ducha o del lavavajillas, que son normalmente del orden de 5 °C. La temperatura T_{EG} del agua gris en el depósito 1 está por lo tanto comprendida generalmente entre 33 °C y 40 °C.

50 Desde el punto de vista energético, la energía E_{UTIL} de la masa de agua tibia obtenida en la mezcladora 110, expresada en kilojulios, es la suma de las energías E_{ECH} y E_{EV} de la masa de agua caliente y de la masa de agua urbana.

$$E_{UTIL} = E_{ECH} + E_{EV} \quad (2)$$

55 es decir, introduciendo la capacidad calorífica en masa cp (expresadas en kJ /kg.K) del agua:

$$M_{UTIL}.cp. T_{UTIL} = M_{ECH}.cp.T_{ECH} + M_{EV}.cp.T_{EV} \quad (2')$$

60 Considerando la capacidad calorífica del agua constante en la gama de temperatura considerada, la ecuación (2') se simplifica en:

$$M_{UTIL}.T_{UTIL} = M_{ECH}.T_{ECH} + M_{EV}.T_{EV} \quad (3)$$

65 Introduciendo la relación de masa $X_m = M_{UTIL}/M_{ECH}$, (relación de la masa de agua tibia utilizada sobre la masa de agua caliente retirada del depósito 8, denominada relación de amplificación de caudal), se obtiene, en combinación con (1):

ES 2 690 206 T3

$$X_m = (T_{ECH} - T_{EV}) / (T_{UTIL} - T_{EV}) \quad (4)$$

5 Considerando la masa volúmica del agua como constante para temperaturas comprendidas entre 30 °C y 55 °C, le relación de amplificación de caudal X_v de los volúmenes de agua tibia utilizada y de agua caliente retirada del depósito 8, expresada en m³/m³, es idéntica a la relación de las masas X_m expresada en kg/kg. Por consiguiente:

$$X_v = (T_{ECH} - T_{EV}) / (T_{UTIL} - T_{EV}) \quad (5)$$

10 Esta ecuación (5) es notable porque permite dimensionar el volumen del depósito 1 de agua gris en función del volumen del depósito 8 de agua caliente sanitaria.

De manera más precisa, en el ejemplo descrito en este documento, considerando que la temperatura del agua caliente sanitaria T_{ECH} es igual a 55 °C, que la temperatura T_{EV} del agua urbana distribuida varía entre 5 °C y 20 °C y que la temperatura T_{UTIL} del agua tibia utilizada varía entre 38 °C y 45 °C, se obtiene:

$$15 \quad (55 - 20) / (45 - 20) < X_v < (55 - 5) / (38 - 5)$$
$$1,4 < X_v < 1,51$$

20 Se especifica que la relación de las masas se define en el punto de mezcla. La pérdida térmica (diferencia entre T_{UTIL} y T_{ECH}) no cambia la relación, pero requiere una potencia suplementaria.

25 Por consiguiente, en el ejemplo de realización descrito en este documento, la relación del volumen de agua gris por almacenar al volumen de agua caliente por almacenar varía entre 1,4 y 1,51, lo que tiene como consecuencia que, en el plano de la construcción, sea ventajoso construir el depósito 1 de agua gris de manera que su volumen sea aproximadamente 1,6 veces mayor que el volumen del depósito 8 de agua caliente.

30 Además, es notable que la variación máxima de la relación entre los volúmenes de agua tibia utilizada y de agua caliente en función de las variaciones de las temperaturas del agua urbana y del agua gris solo es de 1,51 / 1,4 = 1,08 es decir, menos del 8 %. Se puede considerar como constante, y sobre esta base, el diseñador de bomba de calor puede dimensionar los intercambiadores 2, 3 y 4.

35 Como se ha mencionado anteriormente, es interesante desde un punto de vista energético, almacenar el agua gris más bien que el agua caliente, la dispersión de calor proporcional a la diferencia de temperaturas, en calidad de aislamiento igual, siendo bien inferior para el agua gris, de temperatura media 32 °C, que para el agua caliente de temperatura 55 °C.

40 En el modo de realización descrito en este documento, la masa de agua gris almacenada en el depósito 1 se almacena durante las horas en las que la tarifa eléctrica es la más baja, generalmente la noche, normalmente de 23 h a 5 h de la mañana.

45 En el ejemplo de realización, se utiliza además el hecho de que la utilización de agua caliente sanitaria es previsible en los diferentes días y horas de la semana, de modo que el caudal M_{ECH} de agua caliente sanitaria por producir se obtiene por aprendizaje.

De manera más precisa, esta evaluación de caudal se realiza por un regulador 17 apto para efectuar un aprendizaje, por ejemplo, por algoritmo genético, sobre la base del historial de los consumos de agua caliente sanitaria en distintos días y horas de las semanas pasadas.

50 El regulador se basa en el nivel y la temperatura T_{EG} del agua gris en el depósito 1 que se miden por los sensores 18 y 20. Utiliza igualmente la temperatura T_{EV} del agua urbana distribuida en la llegada del agua urbana 10, medida por un sensor 19.

55 El regulador 17 define el tiempo de activación del compresor 5 de la bomba de calor 50, y de una bomba de agua gris 141 que controla la entrada del agua urbana distribuida en la bomba de calor 50. Define también el caudal de agua urbana tratado por la bomba de calor por el tiempo de apertura de una válvula reguladora 121 que controla la entrada del agua urbana distribuida en la bomba de calor.

60 El dimensionamiento del depósito de agua gris 1 se establece teniendo en cuenta la demanda máxima prevista. La carga inicial de agua gris, que constituye una reserva de estabilización, solo se vacía para esta demanda máxima, siendo inferiores todas las necesidades diarias.

65 Para producir el agua caliente sanitaria por almacenar en el depósito 8, el regulador 17 abre la válvula reguladora 121 de llegada de agua urbana distribuida con un caudal M_{ECH} y activa la bomba de agua gris 141 para extraer el agua gris del depósito 1, con un caudal de agua gris M_{EG} .

ES 2 690 206 T3

Por construcción del sistema, el volumen de agua gris por utilizar debe ser igual al volumen de agua tibia utilizada ($M_{EG} = M_{UTIL}$). La relación de caudales M_{EG}/M_{ECH} se fija por lo tanto igual a la relación X_m determinada anteriormente, asimilando además t_{EG} y t_{UTIL} .

5 Por ejemplo, cuando la temperatura T_{EV} del agua urbana distribuida y T_{UTIL} del agua tibia utilizada son respectivamente iguales a 5 °C y 38 °C, el regulador 17 fija la relación de caudal M_{EG}/M_{ECH} tal como:

$$M_{EG}/M_{ECH} = X_m = (T_{ECH} - T_{EV}) / (T_{UTIL} - T_{EV}) = (55 - 5) / (38 - 5)$$

$$M_{EG}/M_{ECH} = 1,51.$$

10

En este ejemplo, el caudal M_{EG} de agua gris se fija a un valor superior al 51 % del caudal M_{ECH} de agua caliente.

En resumen, en el modo de realización descrito en este documento, el sistema de calentamiento según la invención incluye un regulador 17 apto para:

15

- obtener la temperatura T_{EV} de la llegada de agua urbana 10 y la temperatura T_{EG} en el depósito de agua gris 1, mediante la utilización de dos sensores de temperatura 19 y 20;
- determinar el caudal M_{ECH} de agua caliente por producir por aprendizaje;
- calcular la relación X_m , y deducir de ello el caudal de agua gris M_{EG} ; y
- 20 - controlar la válvula reguladora 121 y la bomba de agua gris 141 en consecuencia.

En el modo de realización descrito en este documento, la bomba de calor 50 incluye además un primer intercambiador 2 de precalentamiento del agua urbana, configurado para permitir un primer intercambio térmico entre el agua gris introducida por la bomba 141 y el agua urbana distribuida, llevada por la válvula reguladora 121.

25

El evaporador 3 y el condensador 4 de la bomba de calor 50 están dimensionados en la concepción en función de la relación de los caudales M_{ECH} y M_{EG} de agua caliente sanitaria y de agua gris, considerado como constante (variando de manera inferior al 8 % o 10 % en este ejemplo como se ha explicado anteriormente).

30

En el ejemplo de realización descrito en este documento, los caudales se eligen finalmente constantes, constituyendo de esta manera un punto de funcionamiento sistemático de la bomba de calor 50.

El tiempo de funcionamiento de la bomba de calor 50 se controla por el regulador 17, en función de la cantidad M_{ECH} de agua caliente por producir.

35

En la práctica, la bomba de calor funciona cuando las válvulas 121 y 141 se abren.

La mezcla de fluidos refrigerantes que se evapora en el evaporador 3 y se condensa en el condensador 4 se elige para minimizar las pérdidas energéticas por minimización de las diferencias de temperaturas entre la mezcla de fluidos refrigerantes y el agua gris por enfriar por una parte, y el agua urbana por calentar por otra parte.

40

A modo de ejemplo, la **figura 3** es un diagrama temperatura - entropía másica de una mezcla de fluidos refrigerantes que incluye los tres fluidos $CO_2/R-32/R-152a$ en las composiciones másicas respectivas de 0,08/0,44/0,48, que, a una presión de 2,4 MPa, presenta un principio de condensación a 56,6 °C y un fin de condensación a 43 °C. Estas características minimizan las irreversibilidades para un agua que se calienta aproximadamente 30 a 55 °C.

45

Se pueden concebir otras mezclas que ofrecen desviaciones de temperatura entre 15 y 25 K. Estas desviaciones de temperatura se pueden ajustar eligiendo fluidos refrigerantes que tienen temperaturas normales de ebullición escalonadas. La temperatura normal de ebullición T_{nb} es la temperatura de ebullición a presión atmosférica. Para obtener una desviación del orden de 12 a 25 K, se deben elegir fluidos cuyas temperaturas normales de ebullición sean distantes unas de otras del mismo orden de magnitud.

50

Por ejemplo, unas proporciones variables de R-152a, de R-32 y de CO_2 , de temperaturas normales de ebullición T_{nb} respectivas de -26 °C, -47 °C y -78 °C permiten crear unas mezclas cuyas desviaciones de temperatura en la condensación varían de 12 a 25 K.

55

La mezcla de $CO_2/R-32/R-152a$ de composiciones respectivas 0,08/0,44/0,48 presenta por ejemplo una desviación de 13,6 K para una presión de condensación de 2,4 MPa. La utilización de una mezcla zeotrópica de este tipo de fluidos refrigerantes en una bomba de calor mejora significativamente el coeficiente de rendimiento (relación de calor útil a la potencia eléctrica gastada en el compresor).

60

Las necesidades cuantitativas de agua caliente siendo variables según el día de la semana y según la estación, la temperatura del agua urbana variando según la estación y la región, el almacenamiento de agua caliente en el depósito 8 permite limitar el tamaño de la bomba de calor 50 y utilizar la electricidad durante la noche.

65

La temperatura del agua urbana distribuida varía normalmente de +5 °C a +20 °C en un país como Francia entre el

verano y el invierno y dependiendo de las regiones. Los caudales medidos en los edificios indican variaciones de caudales de agua caliente de un factor 2 entre los diferentes días de la semana. Estos dos tipos de diferencias son repetitivos y no aleatorios.

5 Sobre esta base, es posible implementar aprendizajes automatizados. Como resultado, para los sistemas de producción que están provistos de un almacenamiento de agua caliente sanitaria con volumen variable como en la patente FR2942299, es posible adaptar el volumen de agua caliente más próximo de las necesidades previsibles.

10 Se recuerda que si la producción de agua caliente es excedente, dará como resultado una disminución significativa del rendimiento energético ya que las dispersiones del depósito de agua caliente hacia el medio ambiente pueden representar entre un 10 y 20 % del consumo de energía total. Estas dispersiones son proporcionales a la superficie de intercambio calentada por la reserva de agua caliente que constituye la pared o la porción de pared del tanque de almacenamiento en contacto directo con el agua caliente almacenada.

15 Por otra parte, el tiempo de activación de la bomba de calor 50 es directamente proporcional a la masa de agua caliente producida. Una previsión más próxima de las necesidades permite por lo tanto minimizar el consumo energético de la bomba de calor 50.

20 Las variaciones de la demanda de agua caliente sanitaria según los días de la semana son previsibles en parte. Su previsión permite extraer solo la cantidad de agua gris del depósito 1 necesaria para satisfacer la demanda esperada.

25 Según un aprendizaje por algoritmo genético utilizando los datos del sensor de nivel de agua gris 18 en el depósito 1 de recuperación de estas aguas grises y utilizando los sensores de temperatura 19 y 20 respectivamente para la temperatura de agua urbana en la llegada del agua urbana 10 y la temperatura de agua gris en el depósito 1, el regulador 17 define el tiempo de activación del compresor 5 de la bomba de calor 50, el mismo tiempo de activación para la bomba de agua gris 141 y el caudal de agua urbana por el mismo tiempo de apertura de la válvula reguladora 121.

30 El dimensionamiento inicial del depósito de agua gris 1 tiene en cuenta la demanda máxima. La reserva de estabilización de agua gris solo se vacía para esta demanda máxima, todas las demás necesidades diarias siendo inferiores.

35 En la **figura 2**, se ha representado el sistema en una configuración en la que la bomba de calor 50 ha funcionado de manera que constituye una reserva de estabilización importante en el depósito de agua caliente 8, en previsión de una utilización importante a corto plazo.

40 A partir de esta configuración, es necesario reconstituir una reserva de agua gris en el depósito 1. El procedimiento puede incluir una etapa previa que consiste en verificar que la temperatura de agua tibia utilizada T_{UTIL} es superior a una temperatura umbral antes de almacenar esta agua tibia utilizada en el depósito 1.

45 En la **figura 4**, se representa un segundo modo de realización de la invención, similar al anterior, pero para el cual no se constituye ninguna reserva de estabilización de agua caliente sanitaria, la salida de la bomba de calor 50 estando conectada directamente en la mezcladora 110. No hay por lo tanto depósito de agua caliente tal como el depósito 8 de las figuras 1 y 2. La bomba de calor 50 está dimensionada de tal manera que proporciona un caudal de agua caliente más importante que en el modo de realización anterior.

50 El caudal de agua caliente M_{ECH} se mide continuamente por un caudalímetro o una medida de la apertura de grifo. Las medidas de las temperaturas de agua urbana y de agua gris se efectúan como en el modo de realización anterior. El caudal de agua gris M_{EG} se fija de manera que sea igual al caudal de agua caliente M_{EG} multiplicado por la relación de amplificación de caudal X_m .

55 En una variante, aplicable a los modos de realización de las figuras 1 y 2 e igualmente al modo de realización de la figura 4, la evaluación de la temperatura de agua tibia utilizada T_{UTIL} se hace por una medida de esta temperatura T_{UTIL} , por ejemplo, por un sensor más próximo de la salida del fregadero 7, y por lo tanto, se hace una media de la medida en un periodo de varias horas.

En la **figura 5**, se representa el desarrollo de un procedimiento según la invención.

60 En el transcurso de una etapa 510, se determina un caudal de agua caliente por producir. Se trata en este supuesto de un caudal medio por producir de manera constante durante un periodo, por ejemplo, durante la noche.

En el transcurso de una etapa 520, se mide la temperatura T_{EV} del agua urbana distribuida por el sensor 19, y la temperatura T_{EG} de las aguas grises del depósito 1, por el sensor 20.

65 Según una primera variante, indicada por las flechas (a), el regulador 17 calcula la relación de amplificación de caudal X_m , en el transcurso de una etapa 530. Esta etapa se efectúa sobre la base de la consideración previa de que

el valor medio de la temperatura T_{UTIL} del agua tibia utilizada en la mezcladora 110 es igual a la temperatura del agua gris almacenada más un valor de dispersión, por ejemplo 5 K.

En el transcurso de una etapa 540, el regulador 17 fija el caudal de agua gris inyectado en la bomba de calor 50.

5 De manera alternativa, sin efectuar formalmente la etapa 530, el regulador 17 puede fijar directamente el caudal de agua gris en función de la temperatura del agua urbana distribuida T_{EV} y la temperatura del agua gris T_{EG} . Esta variante está indicada por la flecha (b). Incluso si la relación de amplificación no se calcula formalmente en el transcurso de una etapa específica, el caudal de agua gris M_{EG} se ajusta en función de las temperaturas T_{EV} y T_{EG} para que los caudales M_{EG} y M_{ECH} estén en una relación igual, de hecho, a la relación de amplificación de caudal X_M .

10 Por último, en el transcurso de una etapa 550, el agua caliente producida por la bomba de calor 50 se almacena en el depósito 1.

15 En la **figura 6**, se representa el desarrollo de una variante del procedimiento según la invención, basada en la instalación de la figura 4.

Las etapas son idénticas a aquellas del procedimiento de la figura 5, con la excepción de las etapas 510 y 550, reemplazadas por las etapas 610 y 650.

20 La etapa 610 consiste en determinar un caudal instantáneo de agua caliente por producir, por ejemplo, midiendo una apertura de grifo susceptible de variar con el tiempo, dependiendo de la utilización realizada por el usuario.

La etapa 650 consiste en utilizar directamente el agua caliente producida por la bomba de calor 50 en el transcurso de la etapa 540, sin almacenamiento. De manera paralela a la etapa 650, un nuevo valor de caudal instantáneo se calcula en una nueva etapa 610.

25 En la **figura 7**, se ha representado una variante de la invención que puede aplicarse a cualquiera de los dos procedimientos presentados anteriormente en las figuras 5 y 6.

30 En el transcurso de una etapa 710, se determina un caudal de agua caliente por producir, que puede ser un caudal instantáneo o medio.

35 En el transcurso de una etapa 720, se mide la temperatura del agua urbana distribuida o la temperatura de las aguas grises almacenadas en el depósito 1. Sobre esta base, se efectúa, en el transcurso de una etapa 730, una regulación del caudal de agua gris inyectado en la bomba de calor. Por último, en el transcurso de una etapa 740, la bomba de calor calienta el agua urbana con la ayuda de la energía extraída del agua gris y en el transcurso de una etapa 750 se almacena el agua caliente producida de esta manera en el depósito 8, o de manera alternativa, se utiliza directamente en la mezcladora 110.

40 La invención no se limita a los modos de realización descritos y se extiende a las alternativas que pueden ser concebidas por el experto en la materia en el marco del alcance de las reivindicaciones para la producción de agua caliente doméstica o industrial.

45

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente a una temperatura deseada (T_{ECH}) a partir de agua urbana (10), por una bomba de calor (50) que incluye un condensador (4) apto para calentar el agua urbana por un fluido refrigerante que se condensa en el mismo y un evaporador (3) en el que circula el agua gris apta para hacer evaporar dicho fluido refrigerante, estando almacenada dicha agua gris aguas arriba de dicho evaporador (3) en un depósito (1) alimentado por el agua tibia utilizada obtenida por la mezcla (110) del agua caliente y del agua urbana (10), el procedimiento incluyendo una etapa de obtención (520; 720) de al menos una temperatura entre la temperatura (T_{EV}) del agua urbana y la temperatura del agua tibia utilizada (T_{UTIL}), **caracterizado por que** incluye además una etapa de regulación (540; 730) del caudal de agua gris (M_{EG}) que sale de dicho depósito (1) y que entra en dicho evaporador (3) en función de la al menos una temperatura (T_{EV} , T_{UTIL}).
2. Procedimiento de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según la reivindicación 1, que incluye una etapa de obtención (520) de la temperatura (T_{EV}) del agua urbana y de la temperatura del agua tibia utilizada (T_{UTIL}).
3. Procedimiento de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según la reivindicación 2,
- que incluye además una etapa de cálculo (530) de una relación de amplificación de caudal (X_m) igual a la relación de la diferencia de las temperaturas del agua caliente (T_{ECH}) y del agua urbana (T_{EV}) en la diferencia entre las temperaturas de agua tibia utilizada (T_{UTIL}) y de agua urbana (T_{EV}),
 - y en cuyo transcurso dicha etapa de regulación (540) del caudal de agua gris (M_{EG}) que sale de dicho depósito (1) y que entra en dicho evaporador (3) es tal que la relación entre este caudal (M_{EG}) y dicho caudal de agua caliente por producir (M_{ECH}) es función de dicha relación de amplificación de caudal (X_m).
4. Procedimiento de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según la reivindicación 3, **caracterizado por que** dicha etapa de regulación (540) del caudal de agua gris (M_{EG}) que sale de dicho depósito (1) y que entra en dicho evaporador (3) es tal que la relación entre este caudal (M_{EG}) y dicho caudal de agua caliente por producir (M_{ECH}) es igual a dicha relación de amplificación de caudal (X_m).
5. Procedimiento de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** comprende una determinación previa (510) del caudal (M_{ECH}) de agua caliente por producir con la ayuda de un método de aprendizaje, por ejemplo, por algoritmo genético, que utiliza al menos un historial del nivel de agua medido (18) en dicho depósito (1) alimentado por el agua tibia utilizada.
6. Procedimiento de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** incluye una etapa de precalentamiento del agua urbana por dicha agua gris en un intercambiador (2) situado aguas abajo de dicho depósito (1) y aguas arriba de dicho condensador (3).
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** dicha etapa de obtención de la temperatura de agua tibia utilizada (T_{UTIL}) consiste en estimar esta temperatura (T_{UTIL}) a partir de una temperatura de agua gris (T_{EG}) medida por un sensor (20) y de una dispersión teórica.
8. Procedimiento de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** incluye una etapa que consiste en verificar que la temperatura de agua tibia utilizada (T_{UTIL}) es superior a una temperatura umbral antes de almacenar esta agua tibia utilizada (T_{UTIL}) en dicho depósito (1).
9. Procedimiento de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que incluye una etapa preliminar de llenado de dicho depósito (1) con agua a una temperatura meta comprendida entre más y menos 8 K alrededor de la temperatura esperada para las aguas grises, determinada en función de una utilización de dicho procedimiento.
10. Sistema de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente a una temperatura deseada (T_{ECH}) a partir de agua urbana (10), por una bomba de calor (50) que incluye un condensador (4) apto para calentar el agua urbana por un fluido refrigerante que se condensa en el mismo y un evaporador (3) en el que circula el agua gris apta para hacer evaporar dicho fluido refrigerante, estando almacenada dicha agua gris aguas arriba de dicho evaporador (3) en un depósito (1) alimentado por el agua tibia utilizada obtenida por la mezcla (110) del agua caliente y del agua urbana (10), incluyendo el sistema unos medios de obtención (17, 19, 20) de al menos una temperatura entre la temperatura (T_{EV}) del agua urbana y la temperatura del agua tibia utilizada (T_{UTIL}) y estando **caracterizado por que** incluye además unos medios de regulación del caudal de agua gris (M_{EG}) que sale de dicho depósito (1) y que entra en dicho evaporador (3) en función de la al menos una temperatura (T_{EV} , T_{UTIL}).
11. Sistema de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según la reivindicación 10 que incluye unos medios de obtención (17, 19, 20) de la temperatura (T_{EV}) del agua urbana y de la temperatura del agua tibia utilizada (T_{UTIL}).
12. Sistema de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según la reivindicación 11,

- que incluye además unos medios de cálculo (17) de una relación de amplificación de caudal (X_M) igual a la relación de diferencia de las temperaturas del agua caliente (T_{ECH}) y del agua urbana (T_{EV}) y en la diferencia de las temperaturas del agua tibia utilizada (T_{UTIL}) y del agua urbana (T_{EV});

5 - los medios de regulación (17) del caudal de agua gris (M_{EG}) que sale de dicho depósito (1) y que entra en dicho evaporador (3) siendo además aptos para establecer que la relación entre este caudal (M_{EG}) y dicho caudal de agua caliente por producir (M_{ECH}) sea función de dicha relación de amplificación de caudal (X_M).

10 13. Sistema de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según una de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende un depósito (8) para dicha agua caliente producida por dicho sistema.

14. Sistema de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según la reivindicación 13, en el que el depósito de agua gris (1) tiene un volumen esencialmente igual al volumen del depósito de agua caliente después del calentamiento (8) dividido por la relación de amplificación de caudal (X_M).

15 15. Sistema de producción de un caudal (M_{ECH}) de agua caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que dicho fluido refrigerante es una mezcla de fluidos refrigerantes cuyos cambios de fase en la condensación se efectúan con temperaturas distantes unas de otras de al menos 12 K.

20

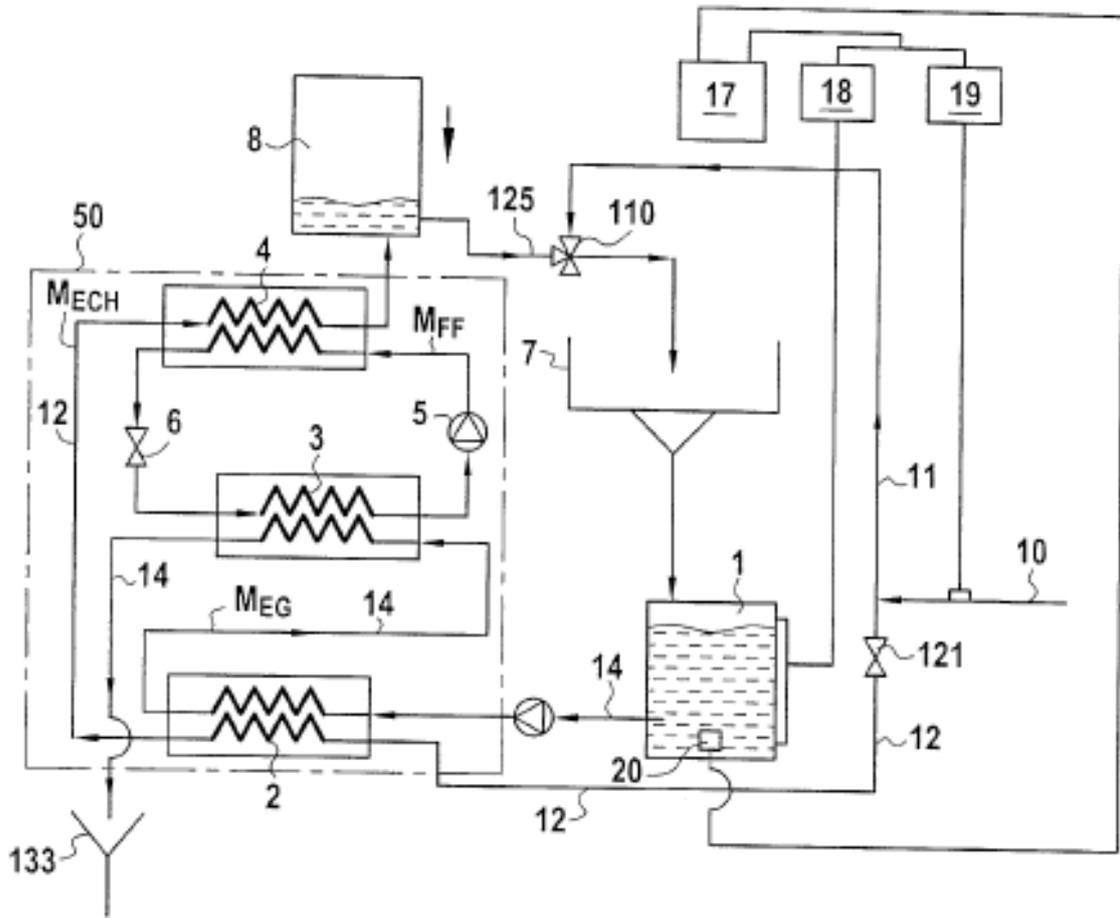


FIG.1

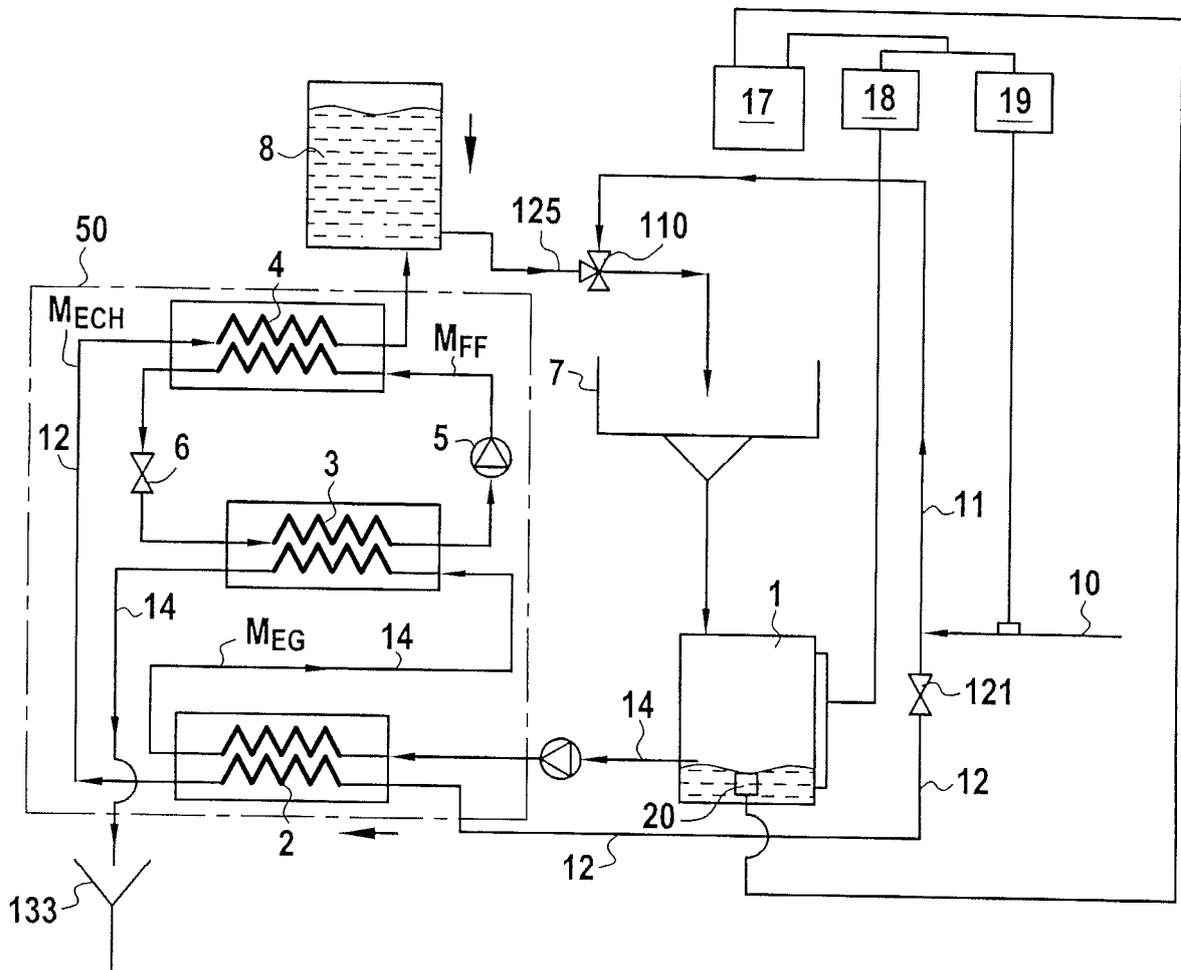


FIG.2

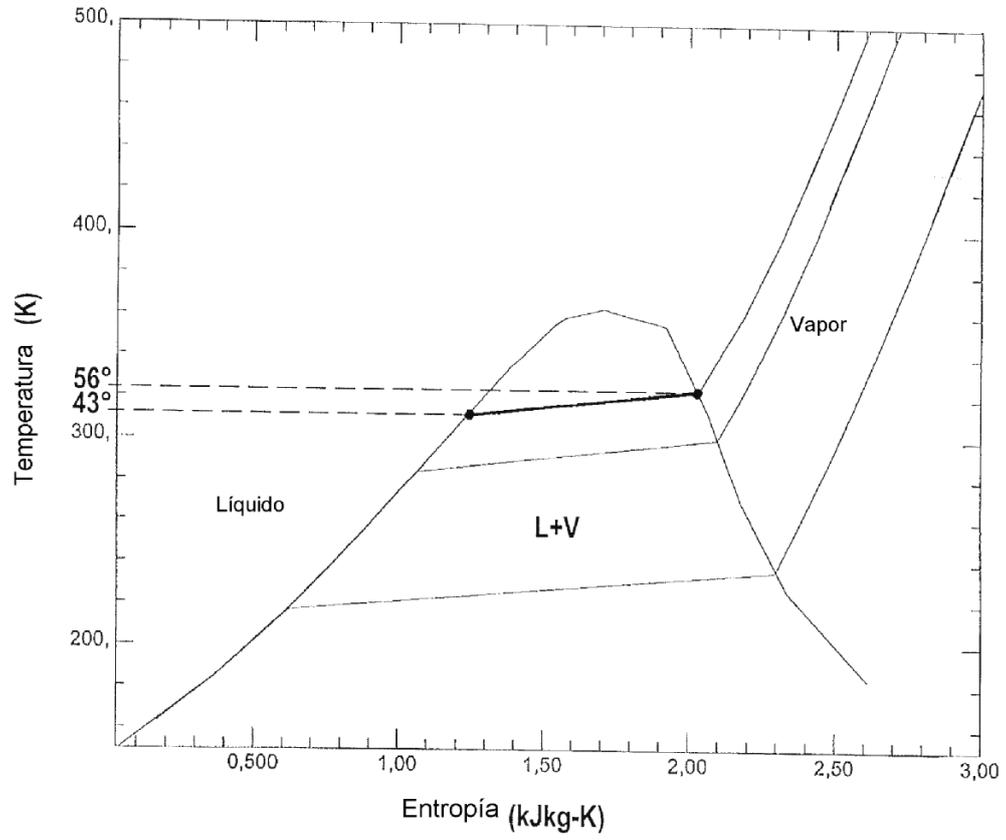


FIG.3

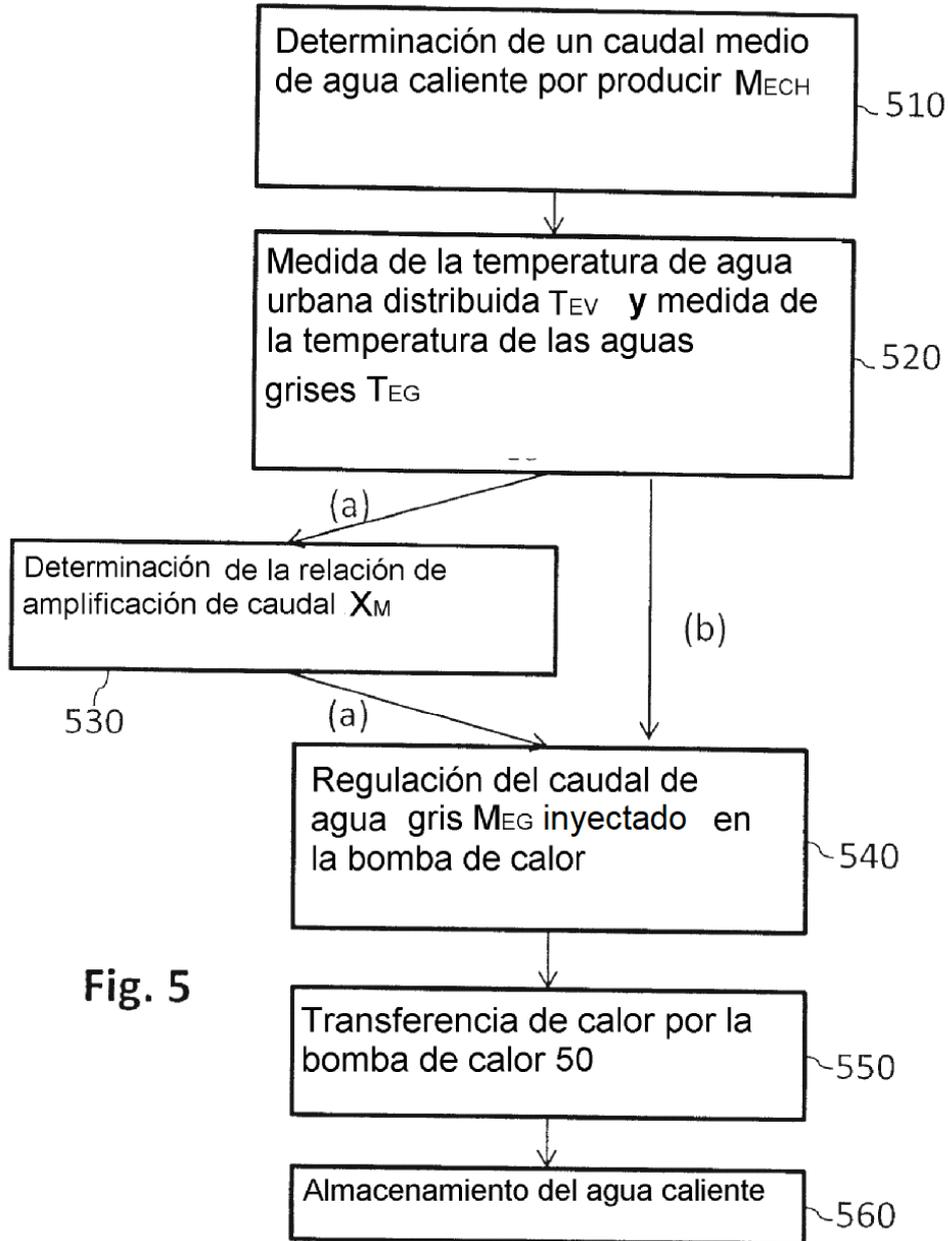
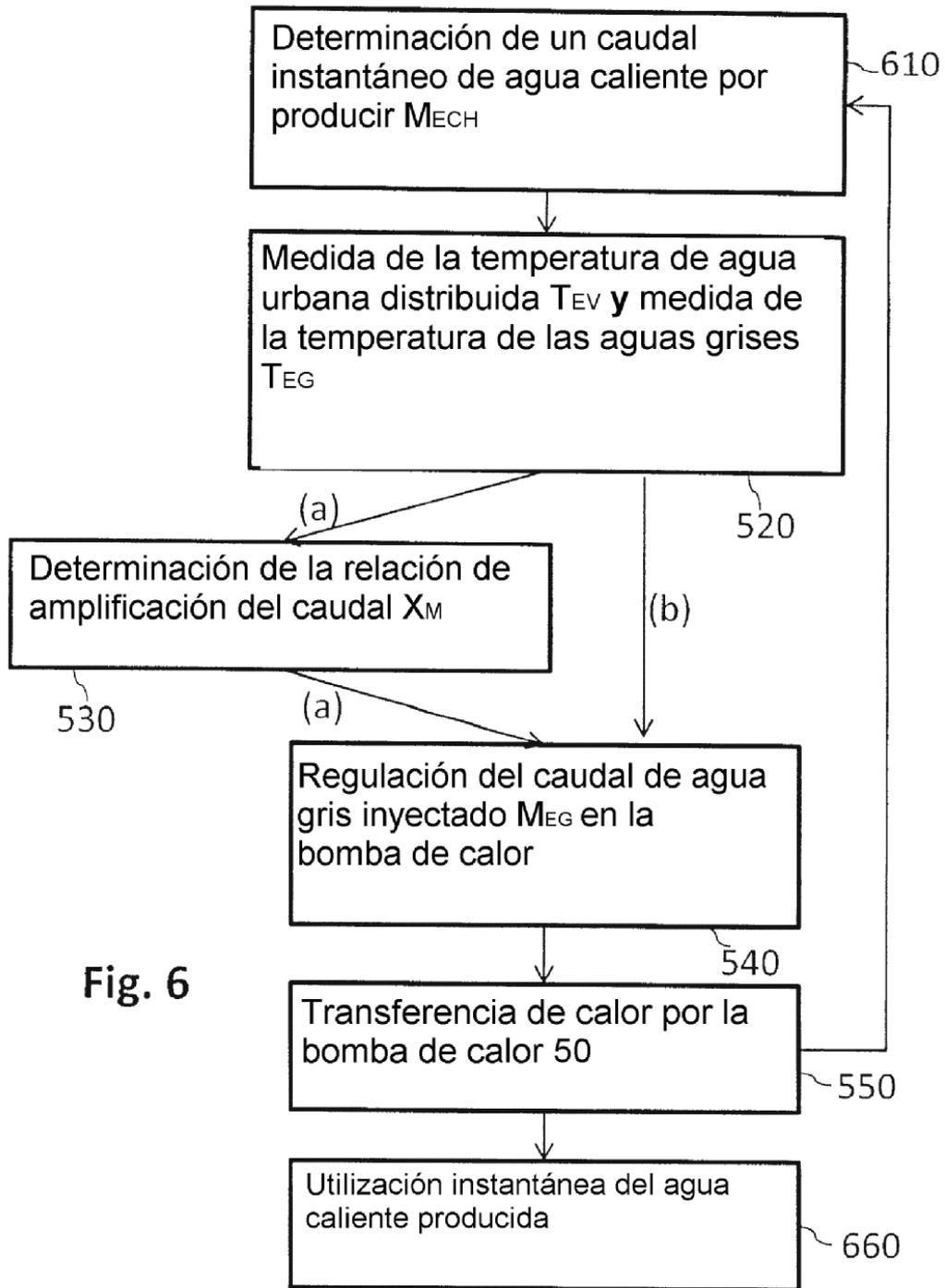


Fig. 5



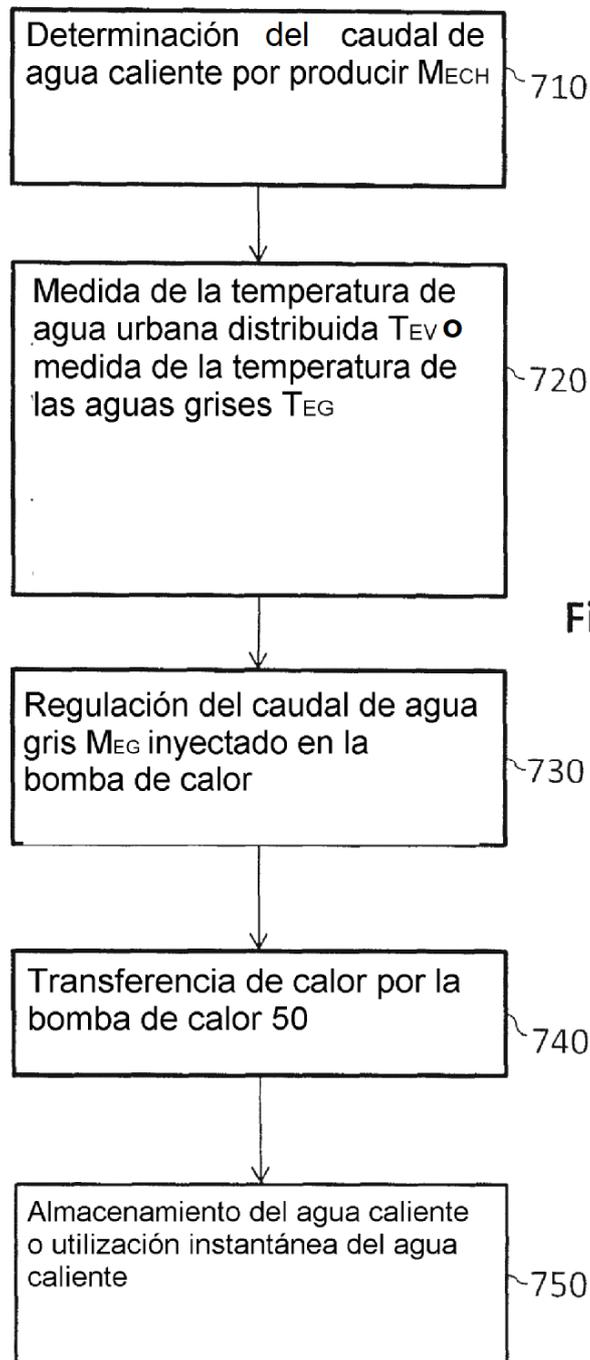


Fig. 7