

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 064**

51 Int. Cl.:

F28F 9/02 (2006.01)

F28F 27/00 (2006.01)

F28D 9/00 (2006.01)

F25B 39/02 (2006.01)

F25B 41/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2013 E 13194817 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016 EP 2878912**

54 Título: **Sistema y método para el control dinámico de un intercambiador de calor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.12.2016

73 Titular/es:

**ALFA LAVAL CORPORATE AB (100.0%)
Box 73
221 00 Lund, SE**

72 Inventor/es:

**BERTILSSON, KLAS;
NYANDER, ANDERS y
ZORZIN, ALVARO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 593 064 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 y método para el control dinámico de un intercambiador de calor

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere, en general, a un sistema para el control dinámico del funcionamiento de un intercambiador de calor. Además, la invención se refiere a un método para el control dinámico del funcionamiento de un intercambiador de calor.

10

Antecedentes de la técnica

La presente invención se refiere, en general, a un sistema que comprende un intercambiador de calor y, en particular, a un intercambiador de calor en forma de un intercambiador de calor de placas. Los diferentes tipos de intercambiadores de calor se basan en diferentes técnicas. Un tipo de intercambiador de calor utiliza la evaporación de un fluido, tal como un agente refrigerante, para diversas aplicaciones, tales como el aire acondicionado, sistemas de refrigeración, sistemas de bomba de calor, etc. Por lo tanto, el intercambiador de calor puede utilizarse en un sistema bifásico que maneja un fluido en forma líquida, así como en forma evaporada.

15

20

En el caso de que el evaporador sea un intercambiador de calor de placas, este puede incluir un paquete de placas, que comprende un número de primeras y segundas placas del intercambiador de calor. Las placas están unidas entre sí de forma permanente y dispuestas yuxtapuestas de tal manera que entre cada par de primeras y segundas placas adyacentes del intercambiador de calor se forma un primer espacio intermedio entre placas, que forma un primer conducto de fluido, y un segundo espacio intermedio entre placas, que forma un segundo conducto de fluido, entre cada par de segundas y primeras placas adyacentes del intercambiador de calor. Los primeros y los segundos espacios intermedios entre placas están separados unos de otros y provistos yuxtapuestos en un orden alternante en el paquete de placas. Sustancialmente cada placa del intercambiador de calor tiene al menos un primer orificio y un segundo orificio, en la que los primeros orificios forman un primer canal de entrada a los primeros espacios intermedios entre placas y los segundos orificios forman un primer canal de salida de los primeros espacios intermedios entre placas. El paquete de placas incluye un espacio independiente para cada uno de dichos primeros espacios intermedios entre placas, cuyo espacio está cerrado a los segundos espacios intermedios entre placas.

25

30

En este intercambiador de calor de placas general de la técnica anterior, para usarlo en un sistema bifásico, se introduce un primer fluido, tal como un agente refrigerante, en una válvula en forma líquida, pero se expande cuando atraviesa la válvula, debido a la caída de presión, en un fluido parcialmente evaporado en un extremo del primer canal de entrada, es decir, el primer orificio, para distribuirse a lo largo del primer canal de entrada y más adelante en cada uno de los primeros espacios intermedios entre placas individuales durante la evaporación en una forma evaporada. Siempre hay un riesgo de que el contenido de energía del fluido suministrado sea demasiado alto, con lo que una parte del flujo suministrado al canal de entrada a través de su orificio de entrada se encontrará con el extremo trasero del canal de entrada y se reflejará de esta manera en la dirección opuesta. De este modo el flujo en el canal de entrada es muy caótico y difícil de predecir y de controlar.

35

40

Además, la caída de presión del agente refrigerante puede aumentar con la distancia desde la entrada hasta el primer canal de entrada, con lo que la distribución del primer fluido entre los espacios intermedios entre placas individuales se verá afectada.

45

También se sabe que el cambio de flujo angular, al que deben someterse las gotas del primer fluido al entrar en los espacios intermedios entre placas individuales desde el primer canal de entrada, contribuye a una distribución irregular.

50

Sin embargo, otro parámetro que influye son las diferencias dimensionales entre los primeros espacios intermedios entre placas individuales, dando lugar a que cada primer espacio intermedio entre placas tenga una eficiencia única.

55

También se sabe que el funcionamiento y el rendimiento de un primer espacio intermedio entre placas individual depende de su posición en un paquete de placas. Los primeros espacios intermedios entre placas más externos en cada lado del paquete de placas tienden a comportarse de manera diferente que los de la mitad del paquete de placas.

60

Como resultado de esto, es muy difícil, si no imposible, optimizar el funcionamiento y la eficiencia de un intercambiador de calor en su conjunto, asegurando que todo el fluido suministrado al evaporador del intercambiador de calor se evapore completamente antes de dejar la salida del evaporador y especialmente antes de llegar a la entrada de un compresor para disponerse aguas abajo de la salida del evaporador, y también asegurar que el intercambiador de calor funcione con una alta eficiencia y capacidad durante las diferentes condiciones de trabajo. De hecho, es suficiente que haya un mal funcionamiento del primer espacio intermedio entre placas para que se produzca una evaporación insuficiente del evaporador en su conjunto. Por ejemplo, si se inunda un único primer espacio intermedio entre placas, es decir, es incapaz de evaporar la cantidad completa de líquido suministrado al

65

mismo, se producirán gotas aguas abajo de la salida del evaporador. Generalmente, evaporación completa significa que el fluido evaporado debe haber alcanzado un estado sobrecalentado con lo que el fluido evaporado comprende fluido evaporado seco solamente, es decir, el fluido evaporado debe tener una temperatura que sea superior a la temperatura de saturación a una presión prevalente.

5 El sobrecalentamiento, siendo un parámetro físico bien conocido en la técnica, se define como la diferencia de temperatura entre la temperatura actual y la temperatura de saturación a una presión prevalente, es decir, cuando no hay ningún contenido líquido restante en el fluido. El sobrecalentamiento es único para un fluido dado y para una temperatura y presión dadas. La temperatura de saturación puede encontrarse en gráficos o tablas convencionales.

10 El fin de que el evaporador del intercambiador de calor funcione lo más cerca posible a un valor de sobrecalentamiento de referencia, independientemente del tiempo de funcionamiento continuo, es importante para obtener un factor de utilización tan alto como sea posible. Por lo tanto, es de importancia económica. Además, tiene influencia a otros componentes que cooperan con el evaporador, como un compresor, puesto que los compresores normalmente son sensibles al contenido líquido. Las gotas restantes en el fluido evaporado al llegar a la entrada del compresor pueden dañar el mismo. Además, hay un interés económico en que el funcionamiento del evaporador con un sobrecalentamiento sea tan bajo como sea posible, puesto que una vez que el fluido ha alcanzado el estado sobrecalentado el fluido se seca completamente y no hay ganancia sustancial en aumentar la temperatura adicionalmente.

20 El punto de sobrecalentamiento de referencia anterior se determina por el fabricante del sistema para incorporar un cierto margen de seguridad deseado contra el riesgo de recibir líquido en el compresor. Los problemas descritos anteriormente se vuelven más pronunciados cuando se cambia la carga del evaporador. Por ejemplo, este puede ser el caso cuando el tiempo de funcionamiento continuo de un sistema de aire acondicionado cambia, de una temperatura a otra, lo que significa que la cantidad de fluido que se suministra al evaporador se cambia.

25 Los documentos EP2156112B1 y WO2008151629A1 divulgan un método para controlar una distribución de refrigerante entre al menos dos evaporadores de tal manera que la capacidad de refrigeración de los evaporadores de aire caliente se utiliza en la mayor medida posible. Esto se hace monitorizando un sobrecalentamiento del refrigerante en una salida común de los evaporadores. Además, esto se hace alterando un flujo de masa de refrigerante a través de un evaporador seleccionado mientras se mantiene el flujo de masa total de refrigerante a través de todos los evaporadores sustancialmente constante. El flujo se controla mediante una sola válvula que es una válvula de expansión. Así, los dos documentos proporcionan una solución para controlar el funcionamiento de una pluralidad de evaporadores de aire caliente, en los que el método de cada evaporador se evalúa como una unidad completa y en los que el método de cada unidad se controla en vista de evaporadores adicionales dispuestos en el mismo circuito.

30 Los documentos EP2314957, US6415619, EP1975525 y US3977205 también divulgan intercambiadores de calor con control de distribución de refrigerante.

40 Generalmente, la eficiencia de los intercambiadores de calor a carga parcial, y especialmente de los intercambiadores de calor de placas, es una cuestión de fondo. Se pone más atención en cómo el evaporador del intercambiador de calor se comporta en diferentes tiempos de funcionamiento continuo, en lugar de medirse en un solo tiempo de funcionamiento continuo. Por ejemplo, los ensayos a escala de laboratorio han demostrado que un sistema de aire acondicionado puede ahorrar un 4-10 % de su consumo de energía mejorando únicamente la función del evaporador a carga parcial para un intercambiador de calor de placas soldadas dado. Además, un sistema intercambiador de calor normalmente solo funciona a plena capacidad durante un 3 % del tiempo, a pesar de que la mayoría de los intercambiadores de calor se diseñan y se ajustan para un funcionamiento a plena capacidad.

50 **Sumario**

El objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de intercambiador de calor mejorado que corrija los problemas mencionados anteriormente. Especialmente se dirige a un sistema de intercambiador de calor y a un método que permite un mejor control del suministro del primer fluido, tal como el agente de enfriamiento, entre los conductos de fluido para mejorar así la eficiencia del intercambiador de calor de placas, independientemente de las condiciones de funcionamiento.

60 Este objetivo se logra mediante un sistema para el control dinámico del funcionamiento de un intercambiador de calor, el sistema que comprende un intercambiador de calor, una pluralidad de disposiciones de inyectores, una disposición de sensor local, y un controlador, en el que el intercambiador de calor comprende una primera salida global, una primera pluralidad de conductos de fluido, comprendiendo cada conducto de fluido una entrada local y una salida local, para el suministro de un primer fluido a la primera salida global a través de la primera pluralidad de conductos de fluido durante la evaporación del primer fluido, el intercambiador de calor comprende además una segunda salida global, una segunda pluralidad de conductos de fluido, comprendiendo cada conducto de fluido una entrada local y una salida local, para el suministro de un segundo fluido a la segunda salida global a través de la

segunda pluralidad de conductos de fluido, los primeros y los segundos conductos de fluido se disponen separados unos de otros y uno al lado de otro, para permitir el intercambio de calor entre el primer fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido y el segundo fluido en la segunda pluralidad de conductos de fluido, cada disposición de inyectores comprende al menos una válvula, y cada disposición de inyectores se dispone para suministrar un flujo del primer fluido a la entrada local del al menos uno de la primera pluralidad de conductos de fluido, la disposición de sensor local comprende una pluralidad de sensores de temperatura local que se disponen para medir los valores de temperatura correspondientes a la temperatura local del primer fluido evaporado que fluye cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido, el controlador se dispone para determinar una diferencia entre los valores de temperatura medidos recibidos de la disposición de sensor local y se dispone además para comunicarse con las válvulas de la pluralidad de disposiciones de inyectores para ajustar la cantidad local del primer fluido suministrado por al menos una de las disposiciones de inyectores para igualar la diferencia determinada.

El ajuste local se realiza para igualar las diferencias de temperatura en vista del primer fluido que fluye cerca de las salidas locales. La ambición general con el ajuste local puede verse de este modo como la ambición de que todos los primeros conductos de fluido deben contribuir igualmente al funcionamiento del evaporador en conjunto. Esto se logra mediante el sistema de la invención en el que puede monitorizarse el funcionamiento de cada conducto de fluido o de un subconjunto de conductos de fluido, por lo que puede ajustarse la contribución de cada conducto de fluido individual para el rendimiento global del intercambiador de calor.

Por ejemplo, en los intercambiadores de calor conocidos, se ajusta la cantidad global del flujo si se detecta contenido líquido en la salida global o aguas abajo de la salida global. Sin embargo, la presencia de contenido líquido en el flujo global puede estar causada por un desbordamiento local en un solo conducto de fluido o en un subconjunto de conductos de fluido. Midiendo las temperaturas locales e igualando las diferencias entre las temperaturas en el primer fluido que fluye cerca de las salidas locales, solo el flujo local en el conducto o conductos de fluido específico(s) que hacen que el contenido líquido se ajuste.

Por el sistema y el método de la invención, la primera pluralidad de conductos de fluido puede utilizarse de manera más eficiente en comparación con las técnicas conocidas. Además, optimizando el flujo de la pluralidad de primeros conductos de fluido, puede lograrse una presión más alta en el flujo global aguas abajo de la salida global. En algunos sistemas, la eficacia del compresor se incrementa cuando se alimenta con una presión más alta. Por lo tanto, puede aumentar la eficiencia de todo el sistema.

La pluralidad de sensores de temperatura local en la disposición de sensor local puede disponerse cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido.

Alternativamente, la pluralidad de sensores de temperatura local en la disposición de sensor local puede disponerse cerca de las salidas locales de la segunda pluralidad de conductos de fluido.

Por el término cerca, se entiende alrededor de la salida local, es decir que podría ser tanto aguas arriba como aguas abajo de la salida local en vista del primer fluido. Los sensores de temperatura local deben situarse de tal manera que midan sobre los flujos del primer fluido primero después de que los flujos se hayan evaporado y antes de que los flujos se mezclen entre sí para formar un flujo global.

Los sensores de temperatura local pueden disponerse en orificios pasante que tienen una extensión desde el exterior de un paquete de placas del intercambiador de calor al interior. Alternativamente, los sensores de temperatura local pueden disponerse solo en el interior o solo en el exterior del paquete de placas.

Los sensores de temperatura local pueden disponerse para medir temperaturas en relación con uno o más conductos de fluido. Alternativamente, los sensores de sensor local pueden disponerse para medir un valor medio de temperatura.

Ha de entenderse que midiendo los valores de temperatura correspondientes a la temperatura local del fluido evaporado se entiende que la medición no tiene que realizarse directamente sobre o en relación directa con el primer fluido que fluye cerca de las salidas locales.

El controlador puede disponerse además para determinar un ajuste local de compensación de la cantidad local del primer fluido suministrado por otra distinta de al menos una de las disposiciones de inyectores de tal manera que la cantidad global del primer fluido en la pluralidad de primeros conductos sigue siendo la misma. El controlador puede disponerse además para comunicar el ajuste local de compensación determinado a dicha otra distinta de al menos una de las disposiciones de inyectores.

El ajuste local de compensación se determina para mantener la cantidad global del primer fluido en la pluralidad de primeros conductos no afectados por los ajustes locales. La cantidad global puede controlarse en cambio basándose en los valores medidos por una disposición de sensor global.

El controlador puede disponerse para determinar la diferencia para determinar por lo menos la desviación típica de los valores de temperatura medidos. Utilizando la desviación típica para determinar el ajuste local, los ajustes locales rápidos y rigurosos se amortiguan de modo que el procedimiento de ajuste se hace más suave y uniforme.

5 Ha de entenderse que la diferencia puede determinarse de muchas maneras y basándose en los valores de temperatura medidos exactos o a una modificación, tal como un valor medio o de ajuste, de uno o más valores de temperatura medidos. Además, pueden determinarse una o más diferencias basándose en un único lote de los valores de temperatura medidos.

10 El primer fluido puede ser un refrigerante. El segundo fluido puede comprender agua. El segundo fluido puede ser salmuera o puede consistir solo en agua.

El sistema puede adaptarse de tal manera que los diferentes tipos de primeros fluidos puedan suministrarse a través del sistema. Por ejemplo, el sistema puede comprender diferentes secciones de conductos de fluido para suministrar diferentes primeros fluidos.

15 El controlador puede ser un regulador P, un regulador PI o un regulador PID. Estos tipos de regulador son bien conocidos en el campo de la ingeniería de control automático. El regulador PID puede utilizarse para procesos relativamente rápidos y afectan a valores, tales como valores de presión y/o de temperatura medidos, sin causar ningún autooscilación del sistema.

Se aprecia que también pueden ser viables otros tipos de controladores convencionales.

25 El sistema puede comprender además una disposición de sensor global que se dispone para medir la temperatura global y la presión global, o la presencia de cualquier contenido líquido, del primer fluido evaporado aguas abajo de la primera salida global. Además, el controlador puede disponerse para comunicarse con las válvulas de la pluralidad de disposiciones de inyectores, o con una válvula global, para controlar, basándose en la información recibida de la disposición de sensor global, la cantidad global del primer fluido que se suministra a la primera pluralidad de conductos de fluido para que el intercambiador de calor funcione hacia un valor de sobrecalentamiento de referencia.

El término "contenido líquido" en el contexto de esta solicitud se define como el fluido que está en una fase líquida o en una fase mixta líquida/gaseosa. Por ejemplo, puede estar en la forma de gotas.

35 El fin de la disposición de sensor global es determinar la presencia de cualquier contenido líquido en el primer fluido evaporado, o determinar el llamado sobrecalentamiento del primer fluido evaporado. Las mediciones se transmiten al controlador que, a su vez, determina un ajuste global del flujo del primer fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido.

40 Por lo tanto, el flujo local en un subconjunto de la primera pluralidad de conductos de fluido puede controlarse midiendo los valores de temperatura local mediante la disposición de sensor local, y el flujo global en la primera pluralidad de conductos de fluido puede controlarse midiendo los valores de presión y temperatura global mediante la disposición de sensor global.

45 El ajuste global puede describirse como un ajuste para funcionar hacia un sobrecalentamiento de referencia o hacia la no presencia de contenido líquido, mientras que el ajuste local puede describirse como un ajuste para igualar las diferencias de temperatura dentro del intercambiador de calor. Ambos ajustes se realizan para optimizar el rendimiento del intercambiador de calor. Los ajustes se complementan entre sí, pero también pueden funcionar solos. Por ejemplo, un sistema puede comprender la disposición de sensor local y realizar el ajuste local de la primera pluralidad de conductos de fluido sin utilizar la disposición de sensor global y el ajuste global. Además, el ajuste global puede realizarse por otra disposición distinta de la disposición de sensor global.

50 Los dos procesos de ajuste local y ajuste global se realizan por el sistema preferentemente de forma continua durante el funcionamiento del mismo. Por lo tanto, el flujo local y el flujo global se ajustan continuamente por lo que el intercambiador de calor se optimiza continuamente en vista de las condiciones de funcionamiento actuales y del tiempo de funcionamiento continuo. De este modo, el intercambiador de calor se vuelve más flexible y se adapta a diferentes condiciones de funcionamiento. El intercambiador de calor funcionará de forma óptima independientemente de las condiciones de funcionamiento.

60 Los dos procesos pueden realizarse como bucles paralelos en el controlador.

La disposición de sensor global puede comprender un sensor de temperatura global y un sensor de presión global. Basándose en un valor de temperatura global medido y a un valor de presión global medido, el controlador puede determinar el sobrecalentamiento. Los dos sensores globales no deben tener la misma posición dentro del sistema. Sin embargo, puede ser preferible que la disposición de sensor global se disponga esencialmente en la misma posición, de manera que los sensores globales midan sobre la misma porción del primer fluido evaporado.

La disposición de sensor global provista, se dispone para medir la temperatura global y la presión global, el valor de sobrecalentamiento de referencia puede ser por ejemplo el sobrecalentamiento para el fluido específico usado como primer fluido en el sistema.

- 5 Alternativamente, el valor de sobrecalentamiento puede ser el sobrecalentamiento calculado para el fluido específico usado en el sistema ajustado con un margen de seguridad predeterminado. En caso de que la disposición de sensor global se disponga para medir en lugar de la presencia de cualquier contenido líquido en el evaporador, el valor de sobrecalentamiento de referencia puede manejarse de forma "digital", en donde la presencia de cualquier contenido líquido es un indicador de la cantidad de fluido suministrado al conducto de fluido evaluado que es demasiado alto para una evaporación completa o, alternativamente, la no presencia de contenido líquido es un indicador de que la cantidad de fluido suministrado al conducto de fluido es insuficiente y puede aumentarse.

15 Alternativamente, en caso de que la disposición de sensor global se disponga para medir la presencia de cualquier contenido líquido en el fluido evaporado, la disposición de sensor global puede ser al menos un sensor de temperatura global. El sensor de temperatura global puede utilizarse para determinar una tendencia de disminución de la temperatura global como se ha visto durante un período de medición o utilizarse para determinar una temperatura global inestable como se ha visto durante un período de medición. Tanto una tendencia de disminución de la temperatura global como una temperatura global inestable pueden utilizarse como entrada al controlador para establecer la presencia de cualquier contenido líquido en el fluido evaporado puesto que el contenido líquido, es decir, un flujo de fluido que está en fase líquida o en un fase mixta líquida/gaseosa indicará una temperatura menor en el sensor de temperatura global de un flujo de fluido completamente evaporado, seco gaseoso. Este principio también es aplicable a los sensores de temperatura local, es decir, los sensores de temperatura local pueden utilizarse para detectar la presencia de cualquier contenido líquido en uno o en un subconjunto de conductos de fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido. Por lo tanto, la disposición de sensor local puede funcionar en algunas realizaciones por sí misma sin la disposición de sensor global.

De acuerdo con otro aspecto, la invención se refiere al uso de un sistema de acuerdo con cualquiera de las realizaciones del sistema que se han descrito anteriormente.

- 30 De acuerdo con otro aspecto, la invención se refiere a un método para el control dinámico del funcionamiento de un intercambiador de calor en un sistema de acuerdo con cualquiera de las realizaciones que se han descrito anteriormente, el método que comprende las etapas de:

- 35 a) suministrar, mediante la pluralidad de disposiciones de inyectores, un primer fluido a las entradas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido, y suministrar un segundo fluido a las entradas locales de la segunda pluralidad de conductos de fluido;
- b) medir, mediante la disposición de sensor local, valores de temperatura correspondientes a las temperaturas locales del fluido evaporado que fluye cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido;
- 40 c) transmitir los valores de temperatura medidos al controlador;
- d) determinar, mediante el controlador, una diferencia entre los valores de temperatura medidos;
- e) determinar, mediante el controlador, un ajuste local de la cantidad local del fluido suministrado por al menos una de la pluralidad de disposiciones de inyectores basándose en la diferencia determinada, para igualar la diferencia determinada,
- 45 f) comunicar, mediante el controlador, con las válvulas de la pluralidad de disposiciones de inyectores para ajustar la cantidad local del primer fluido suministrado por al menos una de la pluralidad de disposiciones de inyectores de acuerdo con el ajuste local de determinar.

50 El método puede comprender además la etapa de determinar un ajuste local de compensación de la cantidad local del primer fluido suministrado por otra distinta de al menos una de las disposiciones de inyectores para mantener la cantidad global del primer fluido en la pluralidad de primeros conductos no afectados por los ajustes locales. El método puede comprender además la etapa de comunicar, mediante el controlador, con las válvulas de la pluralidad de disposiciones de inyectores para ajustar la cantidad local del primer fluido suministrado por dicha otra distinta de al menos una de la pluralidad de disposiciones de inyectores de acuerdo con el ajuste local de compensación determinado.

La etapa de determinar la diferencia puede comprender determinar la desviación típica de los valores de temperatura medidos.

- 60 El método puede realizarse en un sistema comprende además una disposición de sensor global que comprende un sensor de temperatura global y un sensor de presión global, en el que el método comprende además las etapas de:

- 65 g) medir, mediante la disposición de sensor global, un valor de temperatura global y un valor de presión global del primer fluido evaporado aguas abajo de la primera salida global;
- h) transmitir el valor de temperatura global medido y el valor de presión global medido al controlador;
- i) determinar, mediante el controlador, el valor de sobrecalentamiento basándose en valor de temperatura global

medido y al valor de presión global medido;

j) determinar, mediante el controlador, la diferencia entre el valor de sobrecalentamiento determinado y un valor de sobrecalentamiento de referencia, o la presencia de cualquier contenido líquido en el primer fluido evaporado;

5 k) determinar, mediante el controlador, un ajuste global de la cantidad del primer fluido suministrado por la pluralidad de disposiciones de inyectores, requerida para alcanzar el valor de sobrecalentamiento de referencia,

l) comunicar, mediante el controlador, con las válvulas de la pluralidad de disposiciones de inyectores, o con una válvula global, para ajustar la cantidad global del primer fluido suministrado por la pluralidad de disposiciones de inyectores de acuerdo con el ajuste global determinado.

10 Las etapas b)-f) y las etapas g)-l) pueden realizarse en paralelo.

Las etapas b)-f) y las etapas g)-l) pueden realizarse de forma continua. Las etapas b)-f) y las etapas g)-l) pueden realizarse como bucles paralelos en el controlador.

15 Las características y ventajas divulgadas en relación con el sistema son relevantes para este aspecto con respecto al método. Para evitar una repetición indebida, se hace referencia al aspecto anterior en relación con el sistema.

Breve descripción de los dibujos

20 A continuación se describirán realizaciones de la invención, por ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que

La figura 1 ilustra esquemáticamente un circuito de refrigeración de la técnica anterior que es un sistema de compresión de vapor mecánico.

25 La figura 2 ilustra esquemáticamente una vista lateral de un intercambiador de calor de placas típico.

La figura 3 ilustra esquemáticamente una vista frontal del intercambiador de calor de placas de la figura 2.

La figura 4 ilustra esquemáticamente una sección transversal a lo largo de un borde de un intercambiador de calor de placas de la técnica anterior.

La figura 5 ilustra un circuito de refrigeración en relación con el sistema de la invención.

30 La figura 6 ilustra disposiciones de inyectores para proporcionar un fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido.

Las figuras 7-9 ilustran la localización de la disposición de sensor local en diferentes realizaciones de la presente invención.

35 La figura 10 ilustra un método para controlar el flujo local en el intercambiador de calor de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 11 ilustra un método para controlar el flujo global en un intercambiador de calor.

Descripción detallada

40 Un intercambiador de calor 1 puede incluirse normalmente como un evaporador en un circuito de refrigeración. Un sistema de refrigeración de la técnica anterior, véase la figura 1, que es un sistema de compresión mecánica de vapor, normalmente comprende un compresor 51, un condensador 52, una válvula de expansión 53 y un evaporador 54. El circuito puede comprender además un sensor de presión 55 y un sensor de temperatura 56 dispuestos entre la salida del evaporador y la entrada del compresor. El círculo de refrigeración de tal sistema se inicia cuando un agente refrigerante entra en el compresor 51 en forma evaporada con una presión y una temperatura bajas. El agente refrigerante se comprime mediante el compresor 51 a un estado evaporado a alta presión y a alta temperatura antes de entrar en el condensador 52. El condensador 52 precipita el gas a alta presión y a alta temperatura en un líquido a alta presión y a alta temperatura mediante la transferencia de calor a un medio a menor temperatura, tal como agua o aire. El líquido de alta temperatura entra a continuación en la válvula de expansión 53, en la que la válvula de expansión permite que el agente refrigerante entre en el evaporador 54.

55 La válvula de expansión 53 tiene la función de expandir el agente refrigerante desde el lado de alta presión al lado de baja presión y de realizar el ajuste fino del flujo. Para que la temperatura más alta se enfríe, el flujo en el evaporador debe limitarse a mantener la presión baja y permitir la evaporación de nuevo en la forma evaporada. La válvula de expansión 53 puede funcionar mediante un controlador 57 basándose en las señales recibidas desde el sensor de presión 55 y el sensor de temperatura 56. La información puede utilizarse para indicar el funcionamiento global del evaporador 54 basándose en un llamado sobrecalentamiento que es indicativo de que hay contenido líquido residual en el fluido después de salir del evaporador 54.

60 Volviendo ahora a las figuras 2 a 4 en las que se ilustra un evaporador en forma de un intercambiador de calor de placas 1. Ha de entenderse que el intercambiador de calor 1 puede ser de cualquier tipo, tal como un intercambiador de calor de placas, un intercambiador de calor de coraza y tubos, un intercambiador de calor helicoidal, etc. La invención se discutirá sin embargo a continuación aplicada a un intercambiador de calor de placas 1, aunque la invención no se limita al mismo.

65 A lo largo de la solicitud, se utilizarán los términos locales y globales. El término local, tal como se utiliza en cantidad

local de flujo, una temperatura local, entradas y salidas locales, se refiere a un subconjunto del sistema total. Por ejemplo, una cantidad local del flujo en la primera pluralidad de conductos de fluido se refiere a una cantidad de flujo en un subconjunto de la primera pluralidad de conductos de fluido, tal como un conducto de fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido. Otro ejemplo es que cada conducto de fluido tiene una entrada local y una salida local. Otro ejemplo más es que la temperatura local del primer fluido se refiere a una temperatura en una posición determinada en el primer fluido, tal como la temperatura del primer fluido que fluye en un conducto de fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido.

Por el contrario, el término global se refiere al sistema total. Por ejemplo, la cantidad global de flujo del primer fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido se refiere a la cantidad total de flujo del primer fluido en el evaporador. Por lo tanto, ajustando la cantidad global de flujo, todas las disposiciones de inyectores se ajustan, aumentando o disminuyendo el flujo, a una cantidad igual. Otro ejemplo es que el intercambiador de calor tiene una salida global, significando que la salida en la que los flujos locales de los subconjuntos de la primera pluralidad de conductos de fluido se une en un solo flujo. Otro ejemplo más es que una temperatura global del primer fluido se refiere a la temperatura en una posición en la que el primer fluido fluye como un único flujo.

Como se ilustra en la figura 4, el intercambiador de calor de placas 1 incluye un paquete de placas P, que está formado por un número de placas del intercambiador de calor A, B, que se proporcionan yuxtapuestas. En las realizaciones divulgadas, las placas del intercambiador de calor incluyen dos placas diferentes, que de aquí en adelante se denominan primera placa del intercambiador de calor A y segunda placa del intercambiador de calor B.

Las placas del intercambiador de calor A, B se proporcionan yuxtapuestas de tal manera que se forma un primer conducto de fluido 3 entre cada par de primeras placas del intercambiador de calor A y las segundas placas del intercambiador de calor B adyacentes, y se forma un segundo conducto de fluido 4 entre cada par de segundas placas del intercambiador de calor B y las primeras placas del intercambiador de calor A adyacentes. Por lo tanto, el intercambiador de calor comprende una primera pluralidad de conductos de fluido 3 y una segunda pluralidad de conductos de fluido 4.

Cada conducto de fluido tiene una entrada local 41 y una salida local 42. Cada entrada local y cada salida local puede a su vez comprender una pluralidad de entradas o salidas desde el espacio entre un par de placas del intercambiador de calor adyacentes que forman el conducto de fluido. Por lo tanto, por entrada local a un conducto de fluido se entiende una o más entradas al conducto de fluido, y por salida local de un conducto de fluido se entiende una o más salidas de los conductos de fluido.

El paquete de placas P incluye, además, una placa terminal superior 6 y una placa terminal inferior 7 proporcionadas en un lado respectivo del paquete de placas P.

Como se desprende especialmente de las figuras 3 y 4, cada intercambiador de calor de placas A, B tiene sustancialmente cuatro orificios 8.

El primero de los orificios 8 forma un primer canal de entrada 9 a la primera pluralidad de conductos de fluido, que incluye el primer conducto de fluido 3, que se extiende a través de, sustancialmente, la totalidad del paquete de placas P, es decir todas las placas A, B y la placa terminal superior 6. El segundo de los orificios 8 forma un primer canal de salida 10 desde la primera pluralidad de conductos de fluido, que también se extiende a través de, sustancialmente, la totalidad del paquete de placas P, es decir todas las placas A, B y la placa terminal superior 6.

El tercero de los orificios 8 forma un segundo canal de entrada 11 a la segunda pluralidad de conductos de fluido, que incluye el segundo conducto de fluido 4. El cuarto de los orificios 8 forma un segundo canal de salida 12 desde la segunda pluralidad de conductos de fluido. También estos dos canales 11 y 12 se extienden a través de, sustancialmente, la totalidad del paquete de placas P, es decir todas las placas A, B y la placa terminal superior 6.

Volviendo ahora a la figura 5, se discutirá una primera realización del sistema de la invención. El sistema comprende un evaporador 54 en la forma de un intercambiador de calor de placas. El evaporador 54 comprende placas del intercambiador de calor de A, B configuradas como se ha descrito anteriormente en relación a las figuras 2-4. Por lo tanto, el evaporador 54 comprende una primera pluralidad de conductos de fluido 3 y una segunda pluralidad de conductos de fluido 4.

En la figura 5, la primera pluralidad de conductos de fluido se representa mediante los primeros conductos de fluido indicados como 3a y 3b. Cada primer conducto de fluido 3a, 3b tiene una entrada y una salida local. El evaporador 54 tiene una entrada global y una salida global 13. Los conductos de fluido 3a, 3b se disponen de tal manera que un primer fluido puede suministrarse a través del evaporador 54 desde la entrada global a la salida global 13 a través de los conductos de fluido 3a, 3b.

La salida global 13 del evaporador 54 está conectada a una entrada 14 de un compresor 51 a través de un sistema de tubo 15. Una salida 16 del compresor 51 está conectada a través de otro sistema de tubo 17 a una entrada 18 de un condensador 52. Una salida 19 del condensador 52 está conectada a una pluralidad de disposiciones de

inyectores 25a, 25b. En la realización divulgada, cada disposición de inyectores 25a, 25b comprende una válvula 22a, 22b y una boquilla 27a, 27b.

5 Ha de entenderse que en su forma más sencilla, una disposición de inyectores puede estar constituida por una válvula que proporciona una distribución de fluido. Las disposiciones de inyectores 25a, 25b están conectadas a una o más entradas locales de un primer conducto de fluido 3a, 3b en la primera pluralidad de conductos de fluido del evaporador 54. Por lo tanto, se proporciona un sistema de circulación cerrado.

10 Cada disposición de inyectores 25a, 25b en la pluralidad de disposiciones de inyectores, véase la figura 6, se dispone para suministrar un flujo de un primer fluido a las entradas locales de un primer conducto de fluido 3a, 3b para la evaporación del primer fluido antes de que salga del evaporador 54 a través de su salida global 13. Alternativamente, una o más de las disposiciones de inyectores pueden disponerse para suministrar un flujo de un primer fluido a las entradas locales de más de uno de los primeros conductos de fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido.

15 Independientemente de cómo se dispongan las disposiciones de inyectores 25a, 25b, se prefiere que el flujo se dirija esencialmente en una dirección en paralelo con la dirección de flujo a través de la primera pluralidad de conductos de fluido 3. De este modo puede evitarse cualquier redireccionamiento indebido del flujo de fluido. En el caso de que el intercambiador de calor sea un intercambiador de calor de placas, esto significa en paralelo con el plano general de la primera y la segunda placa del intercambiador de calor.

20 En la realización divulgada, la válvulas 22a, 22b de las disposiciones de inyectores 25a, 25b están situadas en el exterior del evaporador 54 y del paquete de placas P que constituyen el mismo, mientras que las boquillas 27a, 27b de las disposiciones de inyectores 25a, 25b se disponen para extenderse al interior del evaporador 54 a través de las entradas del evaporador 26a, 26b, en una porción de pared del paquete de placas.

30 Las entradas del evaporador 26a, 26b están en la forma de orificios pasantes que tienen una extensión desde el exterior del paquete de placas P al interior del paquete de placas y más precisamente a las entradas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido. Los orificios pasantes pueden formarse mediante la remodelación de plástico, mediante corte o perforación. El término remodelación de plástico se refiere a un método de remodelación de plástico no cortante como la perforación térmica. El corte o la perforación pueden hacerse mediante una herramienta de corte. También puede hacerse por láser o por corte con chorro de plasma.

35 Como una realización alternativa, como se ha mencionado anteriormente, cada disposición de inyectores 25a, 25b puede comprender solamente una válvula que controla el flujo y funciona como una boquilla. Por lo tanto, en su forma más simple, las boquillas 27a, 27b pueden omitirse por lo que el flujo de fluido puede proporcionarse a partir de un orificio pasante (no divulgado) o un tubo (no divulgado).

40 En la figura 6 se divulga una posible sección transversal de la zona de entrada de un evaporador para utilizarla en el sistema de la invención. El canal de entrada 9 de la realización de la figura 4 se ha sustituido por cada primer conducto de fluido, en la primera pluralidad de conductos de fluido 3, que recibe una disposiciones de inyectores 25a, 25b.

45 Ha de entenderse que cada disposición de inyectores 25a, 25b puede comprender una pluralidad de boquillas, en las que la pluralidad de boquillas se proporciona con el fluido de una sola válvula. También ha de entenderse que cada disposición de inyectores 25a, 25b puede comprender una pluralidad de válvulas.

50 Ha de entenderse que el número de disposiciones de inyectores 25a, 25b puede ser menor que el número de primeros conductos de fluido 3. De este modo cada disposición de inyectores puede disponerse para suministrar su flujo del primer fluido a más de una de las entradas locales de los primeros conductos de fluido 3. Esto puede hacerse posible por cada disposición de inyectores 25a, 25b que se dispone en un orificio pasante que tiene un diámetro que se extiende a través de dos o más primeros conductos de fluido, con lo que una y la misma disposición de inyectores 25a, 25b puede suministrar fluido a más de un conducto de fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido 3.

55 Volviendo a la figura 5, el sistema de la invención comprende además una disposición de sensor local 29 que comprende sensores de temperatura local. En esta figura, los sensores de temperatura local están representados mediante los sensores de temperatura local indicados como 31a y 31b.

60 Los sensores de temperatura local 31a, 31 b se disponen para medir los valores de temperatura correspondiente a la temperatura local del primer fluido evaporado que fluye cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido 3. Por el término cerca se entiende alrededor de la salida local, es decir, que podría ser tanto aguas arriba como aguas abajo de la salida local en vista del primer fluido. Los sensores de temperatura local 31 a, 31 b se deben colocar de tal manera que midan sobre los flujos del primer fluido primero después de que los flujos se hayan evaporado y antes de que los flujos se mezclen entre sí para formar un flujo global.

Los sensores de temperatura local 31a, 31b pueden estar dispuestos en orificios pasantes que tiene una extensión desde el exterior del paquete de placas P al interior de la placa. Alternativamente, los sensores de temperatura local 31a, 31b pueden disponerse solamente en el interior o solamente en el exterior de la placa. Los sensores de temperatura local 31a, 31b pueden estar dispuestos separados unos de otros o relacionados entre sí mediante por ejemplo la fijación a un dispositivo en forma de flauta se extiende a lo largo de un canal de salida común para las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido 3.

Ha de entenderse que midiendo los valores de temperatura correspondientes a la temperatura local del fluido evaporado se entiende que la medición no precisa realizarse directamente sobre o en relación directa con el primer fluido que fluye cerca de las salidas locales. A continuación se divulgarán diferentes realizaciones de cómo se puede medir la temperatura en relación a las figuras 7-9.

Los sensores de temperatura local 31a, 31b pueden disponerse para medir temperaturas en relación a uno o más conductos de fluido 3a 3b. Alternativamente, los sensores de sensor local 31a, 31b pueden disponerse para medir un valor medio de temperatura.

La disposición de sensor local 29 no precisa disponerse para medir la temperatura correspondiente a la temperatura local del primer fluido en todos en la primera pluralidad de conductos de fluido 3. Por ejemplo, los sensores de temperatura local 31a, 31b puede disponerse de tal manera que se midan las temperaturas correspondientes a las temperaturas locales del primer fluido que fluye cerca de las salidas locales de cada décimo par de conductos de fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido 3.

Los sensores de temperatura local 31 a, 31 b están conectados a un controlador 57. El controlador 57 se dispone para comunicarse con la disposición de sensor local 29 y con las válvulas individuales 22a, 22b de la disposición de inyectores 25a, 25b. El controlador 57 puede ser por ejemplo un regulador P, un regulador PI o un regulador PID.

Mediante la disposición de sensor local 29, pueden determinarse las temperaturas en las posiciones locales dentro del intercambiador de calor. El fin de la disposición de sensor local 29 es determinar las temperaturas locales en o cerca de las salidas locales de uno o varios primeros conductos de fluido 3a, 3b para permitir determinar y ejecutar un ajuste local del flujo del primer fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido 3.

El controlador 57 se dispone para recibir los valores de temperatura local medidos de la disposición de sensor local 29. El controlador 57 determina una diferencia entre los valores de temperatura medidos. Pueden determinarse una o más diferencias basándose en un único lote de valores de temperatura medidos.

Basándose en la diferencia determinada, el controlador 57 determina un ajuste local de la cantidad local del primer fluido suministrado por al menos una de las disposiciones de inyectores 25a, 25b. El controlador 57 puede determinar uno o más ajustes locales basándose en un único lote de valores de temperatura medidos recibidos de la disposición de sensor local 29. Las distintas disposiciones de inyectores 25a, 25b pueden ajustarse en un grado diferente.

La diferencia puede determinarse mediante la determinación de la desviación típica de los valores de temperatura medidos recibidos de la disposición de sensor local 29. Utilizando la desviación típica para determinar del ajuste local, los ajustes locales rápidos y rigurosos se amortiguan de modo que el procedimiento de ajuste se hace más suave y uniforme.

Ha de entenderse que el controlador 57 no precisa basar el ajuste en todos los valores de temperatura medidos recibidos. Por ejemplo, el controlador 57 puede determinar un ajuste en flujo en vista de una disposición de inyectores particular, basándose en un número seleccionado de valores de temperatura medidos, tales como los correspondientes a las disposiciones de inyectores adyacentes, o de un valor medio de un número de valores de temperatura medidos.

El ajuste local se realiza para igualar las diferencias de temperatura en vista del primer fluido que fluye cerca de las salidas locales. La ambición general con el ajuste local puede verse de este modo como la ambición de que todos los primeros conductos de fluido 3 deben contribuir igualmente al funcionamiento del evaporador en conjunto.

Por ejemplo, en los intercambiadores de calor conocidos, se ajusta la cantidad global de flujo si se detecta contenido líquido en la salida global o aguas abajo de la salida global 13. Sin embargo, la presencia de contenido líquido en el flujo global puede estar causada por un desbordamiento local en un solo conducto de fluido o en un subconjunto de conductos de fluido. Midiendo las temperaturas locales e igualando las diferencias entre las temperaturas en el primer fluido que fluye cerca de las salidas locales, solo el flujo local en el conducto o conductos de fluido específico(s) que hacen que el contenido líquido se ajuste.

La presencia de cualquier contenido líquido en un flujo local puede detectarse por medio de la disposición de sensor local 29 si los sensores locales 31a, 31b se disponen para medir directamente en el primer fluido cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido 3. Si está presente cualquier contenido líquido cerca

de un sensor de temperatura local 31a, 31b, la sustancia líquida se unirá al sensor y se evaporará desde allí. Debido a la evaporación, el sensor de temperatura local afectado 31a, 31b medirá un valor de temperatura que es inferior a los valores de temperatura de los sensores de temperatura local que miden en un primer fluido completamente evaporado.

5 Por el sistema y método de la invención, la cantidad de primer fluido en el primer conducto o conductos de fluido, en el que los valores de temperatura locales medidos son bajos, se ajusta de tal manera que todo el fluido suministrado en el mismo puede evaporarse y los valores de temperatura medidos por lo tanto deben aumentar hacia el valor de temperatura local medido de los otros primeros conductos de fluido.

10 Por lo tanto, por el sistema de la invención y el método, la primera pluralidad de conductos de fluido 3 puede utilizarse de manera más eficiente en comparación con técnicas conocidas. Además, optimizando el flujo de la pluralidad de primeros conductos de fluido 3, puede lograrse una presión más alta en el flujo global aguas abajo de la salida global. En sistemas tales como el ilustrado en la figura 5, la eficiencia del compresor 51 aumenta cuando se alimenta con una presión más alta. Por lo tanto, puede aumentar la eficiencia de todo el sistema.

15 El sistema comprende además una disposición de sensor global 28. En la realización divulgada, la disposición de sensor global 28 comprende un sensor de presión global 30a y un sensor de temperatura global 30b. La disposición de sensor global 28 puede disponerse en el sistema de tubo 15 que conecta la salida global 13 del evaporador 54 con la entrada 14 del compresor 51 y, más precisamente en o aguas abajo de la salida global 13 del evaporador, pero antes de la entrada 14 de el compresor 51.

20 Los dos sensores globales 30a, 30b no deben tener la misma posición dentro del sistema. Sin embargo, se prefiere que la disposición de sensor global 28 se disponga esencialmente en la misma posición, de manera que los sensores globales 30a, 30b midan sobre la misma porción del primer fluido evaporado.

También puede ser posible disponer la disposición de sensor global 28 o una parte de la misma en el canal de salida (no divulgado) del evaporador 54.

30 El sensor de presión global 30a se dispone preferentemente después de la salida global 13 del evaporador 54 en una sección más o menos recta del sistema de tubo 15 que conecta el evaporador 54 con el compresor 51. Dependiendo de la configuración del sistema de tubo 15 puede preferirse, como regla general, que el sensor de presión global 30a se disponga a una distancia después de una curva de tubo correspondiente al menos a diez veces el diámetro interior del tubo, y a una distancia antes de una curva de tubo correspondiente a más de cinco veces el diámetro interior del tubo. En algunas realizaciones se prefiere que la disposición de sensor global 28 se disponga cerca de la entrada 14 del compresor 51.

35 El sensor de presión global 30a se dispone para medir el valor de la presión global del primer fluido evaporado, en lo sucesivo identificado como presión global medida.

40 El sensor de presión global 30a puede ser por ejemplo un sensor de presión de 4-20 mA con un intervalo de 0 a 25 bares.

45 El sensor global de temperatura 30b se dispone preferentemente en el sistema de tubo 15 después de una curva de tubo. Se prefiere que el sensor de temperatura 30b esté dispuesto más cerca de la entrada 14 del compresor 51 que de la salida global 13 del evaporador 54. Colocando el sensor de temperatura 30b después de una curva de tubo es más probable que cualquier contenido líquido residual en el primer fluido evaporado se evapore al encontrarse con las paredes de la curva de tubo y viéndose obligado por lo tanto a cambiar su dirección de flujo. También hay una evaporación que tiene lugar porque el contenido líquido residual absorbe calor del flujo de fluido sobrecalentado circundante.

50 El sensor de temperatura global 30b puede ser un sensor de temperatura estándar que mide la temperatura, en lo sucesivo identificado como temperatura medida.

55 Los valores medidos con respecto a la presión global y la temperatura global se comunican al controlador 57 que se dispone para regular el sistema a nivel global basándose en sobrecalentamiento determinado. Alternativamente, o además, el controlador 57 puede basar la regulación en un sistema de detección de la presencia de contenido líquido que puede realizarse por al menos un sensor de temperatura incluido en la disposición de sensor global 28.

60 El sobrecalentamiento, al ser un parámetro físico bien conocido en la técnica, se define como la diferencia de temperatura entre la temperatura actual y la temperatura de saturación a una presión prevalente, es decir, cuando no hay ningún contenido líquido residual en el fluido. El sobrecalentamiento es único para un fluido dado y para una temperatura y presión dadas. El sobrecalentamiento puede encontrarse en gráficos o tablas convencionales.

65 Generalmente, cuanto más cerca esté la temperatura medida de la temperatura de saturación, más eficiente se vuelve el sistema. Es decir, la cantidad de fluido suministrado al intercambiador de calor se evapora completamente

y no se sobrecalienta de forma innecesaria.

Sin embargo, cuanto más cerca esté la temperatura medida de la temperatura de saturación, más cerca está el sistema de inundarse con fluido no evaporado, es decir, el evaporador es incapaz de evaporar la cantidad de fluido suministrada. Únicamente con fines ilustrativos, el sobrecalentamiento puede considerarse como digital - o bien hay una evaporación completa sin ningún contenido líquido, o bien hay una evaporación incompleta con contenido líquido contenido en el flujo evaporado aguas abajo del evaporador.

Para optimizar el funcionamiento de un evaporador es deseable tener un sobrecalentamiento tan bajo como sea posible. Sin embargo, puesto que un compresor es sensible al contenido de líquido y puede ser dañado de ese modo, es una praxis común utilizar un margen de seguridad de algunos grados al diseñar un sistema de evaporación. Normalmente, un margen de seguridad normal para un evaporador de la técnica anterior es de -268,15 °C (5 K), es decir, el sobrecalentamiento debería ser al menos de -268,15 °C (5 K). Sin embargo, ha de entenderse que puede elegirse otro valor de margen de seguridad.

En su forma más simple, el margen de seguridad debe considerarse como una constante decidida por el uso previsto del evaporador. Sin embargo, ha de entenderse que también hay un deseo de utilizar un margen de seguridad tan bajo como sea posible puesto que hay un interés económico de que el evaporador funcione tan cerca de la temperatura de saturación como sea posible. Durante el funcionamiento del sistema, esta constante se utilizará como sobrecalentamiento de referencia, es decir, un valor objetivo, hacia el que va a controlarse de forma dinámica el funcionamiento del evaporador 54.

La cantidad global de primer fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido 3 se ajusta por lo tanto para alcanzar el sobrecalentamiento de referencia, o para eliminar la presencia de cualquier contenido líquido. El ajuste global funciona como un complemento opcional para el ajuste local de los flujos locales dentro del intercambiador de calor que se controla basándose en los valores medidos por el dispositivo sensor local 28.

El fin de la disposición de sensor global 28 es, por lo tanto, determinar la presencia de cualquier contenido líquido en el primer fluido evaporado, o para determinar el llamado sobrecalentamiento del primer fluido evaporado. Las mediciones se transmiten al controlador 57 que, a su vez, determina un ajuste global del flujo del primer de fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido 3.

Por lo tanto, en una realización, el flujo local en un subconjunto de la primera pluralidad de conductos de fluido 3 se controla midiendo los valores de temperatura locales mediante la disposición de sensor local 29, y el flujo global en la primera pluralidad de conductos de fluido 3 se controla midiendo los valores globales de temperatura y/o presión mediante la disposición de sensor global 28.

El ajuste global puede describirse como un ajuste para funcionar hacia un sobrecalentamiento de referencia o hacia la no presencia de contenido líquido, mientras que el ajuste local puede describirse como un ajuste para igualar las diferencias de temperatura dentro del intercambiador de calor. Ambos ajustes se realizan para optimizar el rendimiento del intercambiador de calor. Los ajustes se complementan entre sí, pero también pueden funcionar por sí mismos. Por ejemplo, un sistema puede comprender la disposición de sensor local 29 y realizar el ajuste local de la primera pluralidad de conductos de fluido 3 sin utilizar la disposición de sensor global y el ajuste global.

El ajuste local y opcionalmente el ajuste global se realiza preferentemente de forma continua por el sistema durante el funcionamiento del mismo. Por lo tanto, el flujo local y, opcionalmente, también el flujo global se ajusta continuamente por lo que el intercambiador de calor se optimiza continuamente en vista de las condiciones de funcionamiento actuales y del tiempo de funcionamiento continuo. De este modo, el intercambiador de calor se vuelve más flexible y se adapta a diferentes condiciones de funcionamiento. El intercambiador de calor funcionará de forma óptima independientemente de las condiciones de funcionamiento.

Los dos procesos pueden realizarse como bucles paralelos en el controlador 57.

La localización de la disposición de sensor local se divulgará ahora con referencia a las figuras 7-9. En estas figuras, la primera pluralidad de conductos de fluido y la segunda pluralidad de conductos de fluido se ilustran muy esquemáticamente.

Como se ha mencionado anteriormente, la disposición de sensor local se dispone para medir los valores de temperatura correspondientes a las temperaturas locales del primer fluido evaporado que fluye cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido. De este modo, los sensores 31a, 31b de la disposición de sensor local 29 pueden medir directamente o indirectamente en el primer fluido evaporado que fluye cerca de las salidas locales.

Con referencia en general a las figuras 7-9, se suministra un primer fluido a una primera pluralidad de conductos de fluido mediante las disposiciones de inyectores 25a, 25b. El flujo de primer fluido a través de la primera pluralidad de conductos de fluido se indica por el 74. Se suministra un segundo fluido a una segunda pluralidad de conductos de fluido. El flujo de segundo fluido a través de la segunda pluralidad de conductos de fluido se indica por el 75. El

segundo fluido entra en el intercambiador de calor a través de una entrada global 71 y sale del intercambiador de calor a través de una salida global 72. Cuando fluye a través de los respectivos conductos de fluido, el calor se transfiere entre el primer y el segundo fluido.

5 A continuación se divulgará la diferente realización de cómo los sensores locales 31a, 31b pueden disponerse.

10 Como un primer ejemplo, los sensores de temperatura local 31a, 31b en la figura 7 están dispuestos cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido, y los sensores de temperatura local 31a, 31 b están dispuestos dentro de la carcasa del intercambiador de calor. En esta realización, las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido salen en un canal de salida común que termina en una salida global 76 del intercambiador de calor. La salida global 76 corresponde al primer canal de salida 10 de la figura 3. Los sensores de temperatura local 31a, 31 b en esta realización están unidos a un dispositivo en forma de flauta 73 que se extiende a lo largo del canal de salida común.

15 Como un segundo ejemplo, los sensores de temperatura local 31a, 31b en la figura 8 también están dispuestos cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido, pero en su lugar, en una posición exterior del paquete de placas P y fuera de la carcasa del intercambiador de calor. Los sensores de temperatura local 31a, 31b están dispuestos en los denominados orificios 80a, 80b situados entre la carcasa y una salida común.

20 Como un tercer ejemplo, los sensores de temperatura local 31a, 31b en la figura 9 están dispuestos cerca de las salidas locales de la segunda pluralidad de conductos de fluido. Por lo tanto, los sensores locales en esta realización no están dispuestos en conexión directa ni incluso indirecta con el primer fluido. Sin embargo, los inventores se han dado cuenta de que existe una relación entre la temperatura local del segundo fluido que fluye cerca de las salidas locales de la segunda pluralidad de conductos de fluido y la temperatura local del primer fluido que fluye cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido. Más precisamente, la temperatura local de la segunda pluralidad de conductos de fluido refleja la temperatura local del primer fluido. Los valores de temperatura medidos en la segunda pluralidad de conductos de fluido pueden utilizarse, por tanto, en esta realización, en el controlador para determinar ajustes locales para igualar las diferencias entre los valores de temperatura medidos.

25 30 Midiendo en el segundo fluido, el procedimiento de medición puede simplificarse. En primer lugar, la segunda pluralidad de conductos de fluido puede proporcionar un ambiente más amigable para los sensores en el caso de que el segundo fluido sea agua. En segundo lugar, puede ser más fácil disponer sensores de temperatura en la segunda pluralidad de conductos de fluido sin afectar al fluido. En tercer lugar, los valores de temperatura medidos en el segundo fluido pueden utilizarse para otros fines, tales como proporcionar al usuario información con respecto a la temperatura del segundo fluido saliente.

35 La medición en el segundo fluido puede realizarse en el interior del intercambiador de calor o en el exterior del intercambiador de calor en analogía con la disposición de los sensores locales 31a, 31 b cuando se disponen para medir en el primer fluido (es decir, en las figuras 7 y 8).

40 Ha de entenderse que la disposición de sensor local puede disponerse para medir directamente sobre el fluido o indirectamente, tal como por medida en tuberías de conducción de calor en las que fluye el fluido.

45 A continuación se describe, con referencia a la figura 10, un método de acuerdo con una realización de la presente invención para realizar el ajuste local del intercambiador de calor, basándose en la medición de la disposición de sensor local. El sistema intercambiador de calor, como tal, tiene el mismo diseño general que el que se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 5, por lo cual se hace referencia a la misma.

50 Como una primer etapa 1001, se suministran un primer fluido y un segundo fluido. El primer fluido se suministra mediante la pluralidad de disposiciones de inyectores en la primera pluralidad de conductos de fluido 3. El segundo fluido se suministra a la segunda pluralidad de conductos de fluido 4.

55 Como siguiente etapa 1002, se miden los valores de temperatura correspondientes a las temperaturas locales del primer fluido evaporado que fluye cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido 3.

Como siguiente etapa 1003, se transmiten los valores de temperatura medidos al controlador 57.

60 Como siguiente etapa 1004, se determina una diferencia entre los valores de temperatura medidos. La diferencia puede determinarse, por ejemplo, mediante la determinación de la desviación típica de los valores de temperatura medidos.

65 Como siguiente etapa 1005, se determina un ajuste local. El ajuste local es un ajuste de la cantidad local de fluido suministrado por al menos una de la pluralidad de disposiciones de inyectores, para igualar la diferencia determinada. Pueden determinarse uno o más ajustes locales basándose en mismo lote de valores de temperatura medidos. Por ejemplo, un primer ajuste local para aplicarse a una primera disposición de inyectores puede determinarse junto con un segundo ajuste local para aplicarse a una segunda disposición de inyectores y a una

tercera disposición de los inyectores.

El método puede comprender además una etapa para determinar un ajuste local de compensación de la cantidad local del primer fluido suministrado por las otras disposiciones de inyectores para las que no se ha determinado ningún ajuste local. Como continuación del ejemplo anterior, puede determinarse un ajuste local de compensación para una cuarta disposición inyectores. El ajuste local de compensación se determina para mantener la cantidad global del primer fluido en la pluralidad de primeros conductos no afectados por los ajustes locales. La cantidad global se controla basándose en los valores medidos por la disposición de sensor global.

Como siguiente etapa 1006, el ajuste local se comunica desde el controlador 57 a las válvulas de la disposición de inyectores afectada. De este modo, la cantidad local del primer fluido suministrado por dicha disposición de inyectores específica se ajusta de acuerdo con el ajuste local determinado.

El ajuste local de compensación, en su caso, también se comunica a las válvulas de las disposiciones de inyectores afectadas.

El método puede realizarse de forma continua en el intercambiador de calor. El método puede además realizarse en paralelo con el ajuste global de la cantidad global de flujo del primer fluido.

A continuación se divulga un método de ajuste global con referencia a la figura 11. El sistema, como tal, tiene el mismo diseño general que el que se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 5, por lo cual se hace referencia a la misma.

La disposición de sensor global 28 aguas abajo de la salida global 13 de intercambiador de calor mide 1101 la presencia de cualquier contenido líquido en el flujo global de primer fluido o la presión global P_m y la temperatura global T_m medidas. La señal generada por la disposición de sensor global 28 se recibe 1102 por el controlador 57. El controlador puede ser un regulador P, un regulador PI o un regulador PID.

El controlador 57 evalúa 1103 la señal recibida.

Cuando se mide la presencia de cualquier contenido líquido, la señal puede, en su forma más simple, ser una señal digital: 1 - no se detecta líquido contenido; 0 - contenido de líquido detectado. Más precisamente, una señal que tiene el valor 1 indica que el fluido evaporado tiene una temperatura medida que corresponde a o está por encima del sobrecalentamiento. Del mismo modo, una señal que tiene el valor de 0 indica que el fluido evaporado tiene una temperatura que está por debajo del sobrecalentamiento.

Alternativamente, el sobrecalentamiento puede determinarse mediante la conversión en primer lugar del valor de la presión global medido a una temperatura de saturación y en segundo lugar establecer el sobrecalentamiento mediante la comparación del valor de la temperatura global medido con la temperatura de saturación determinada.

Como siguiente etapa, el controlador 57 determina 1104 un ajuste global adecuado del primer fluido suministrado por la pluralidad de disposiciones de inyectores, basándose en contenido de líquido determinado o de sobrecalentamiento determinado.

Como siguiente etapa, el controlador 57 comunica con las válvulas de las disposiciones de inyectores, o con una válvula global, para ajustar el flujo global de acuerdo con el ajuste global determinado. La válvula global puede ser una válvula principal dispuesta aguas arriba de las disposiciones de inyectores, que controla el suministro total de primer fluido a todas las disposiciones de inyectores.

La invención se ha descrito como aplicada a un intercambiador de calor que es un intercambiador de calor de placas. Sin embargo, ha de entenderse que la invención es aplicable independientemente de la forma del evaporador o intercambiador de calor.

Las disposiciones de inyectores se divulgan estando dispuestas en orificios pasantes que se extienden desde el exterior del paquete de placas en los conductos de fluido individuales. Ha de entenderse que esto es solo una realización posible. Por ejemplo, las disposiciones de inyectores pueden extenderse en cualquier orificio de entrada o similar, dependiendo del diseño del evaporador. Esto puede hacerse, por ejemplo, mediante un dispositivo de flauta dispuesto a lo largo de un canal de entrada.

La invención en general se ha descrito basándose en un intercambiador de calor de placas que tiene primeros y segundos conductos de la placa y cuatro orificios que permiten un flujo de dos fluidos. Ha de entenderse que la invención es aplicable también para los intercambiadores de calor de placas que tienen diferentes configuraciones en términos del número de conductos de placa, del número de orificios y del número de los fluidos que pueden manejarse.

Ha de entenderse que el controlador puede utilizarse también para otros fines, tal como el control del circuito de refrigerante como tal.

La invención no se limita a la realización divulgada sino que puede variarse y modificarse dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones, que se han descrito de forma parcial anteriormente

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para el control dinámico del funcionamiento de un intercambiador de calor, comprendiendo el sistema un intercambiador de calor (1), una pluralidad de disposiciones de inyectores (25a, 25b), una disposición de sensor local (29) y un controlador (57), en el que el intercambiador de calor (1) comprende una primera salida global (13), una primera pluralidad de conductos de fluido (3), comprendiendo cada conducto de fluido una entrada local (41) y una salida local (42) para suministrar un primer fluido a la primera salida global (13) a través de la primera pluralidad de conductos de fluido (3) durante la evaporación del primer fluido;
 - el intercambiador de calor (1) comprende además una segunda salida global, una segunda pluralidad de conductos de fluido (4), comprendiendo cada conducto de fluido una entrada local y una salida local, para suministrar un segundo fluido a la segunda salida global a través de la segunda pluralidad de conductos de fluido (4);
 - los primeros conductos de fluido (3) y los segundos conductos de fluido (4) están dispuestos separados unos de otros y yuxtapuestos, para permitir el intercambio de calor entre el primer fluido en la primera pluralidad de conductos de fluido (3) y el segundo fluido en la segunda pluralidad de conductos de fluido (4);
 - cada disposición de inyectores (25a, 25b) comprende al menos una válvula (22a, 22b), y cada disposición de inyectores (25a, 25b) está dispuesta para suministrar un flujo del primer fluido a la entrada local (41) de al menos uno de la primera pluralidad de conductos de fluido (3);
 - la disposición de sensor local (29) comprende una pluralidad de sensores de temperatura local (31a, 31b) que están dispuestos para medir los valores de temperatura correspondientes a la temperatura local del primer fluido evaporado que fluye cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido (3);
 - el controlador (57) está dispuesto para determinar una diferencia entre los valores de temperatura medidos recibidos de la disposición de sensor local (29) y está dispuesto además para comunicarse con las válvulas (22a, 22b) de la pluralidad de disposiciones de inyectores (25a, 25b) para ajustar la cantidad local de primer fluido suministrado por al menos una de las disposiciones de inyectores (25a, 25b) con el fin de igualar la diferencia determinada.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la pluralidad de sensores de temperatura local (31a, 31b) en la disposición de sensor local (29) están dispuestos cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido (3).
3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la pluralidad de sensores de temperatura local (31a, 31b) en la disposición de sensor local están dispuestos cerca de las salidas locales de la segunda pluralidad de conductos de fluido (4).
4. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el controlador (57) está dispuesto además para determinar un ajuste local de compensación de la cantidad local del primer fluido suministrado por otra distinta de al menos una de las disposiciones de inyectores (25a, 25b), de tal manera que la cantidad global del primer fluido en la primera pluralidad de primeros conductos (3) sigue siendo la misma, y para comunicar el ajuste local de compensación determinado a dicha otra distinta de al menos una de las disposiciones de inyectores (25a, 25b).
5. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el controlador (57) está dispuesto para determinar la diferencia mediante al menos la determinación de la desviación típica de los valores de temperatura medidos.
6. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el primer fluido es refrigerante y el segundo fluido comprende agua.
7. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el controlador (57) es un regulador PI o un regulador PID.
8. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema comprende además una disposición de sensor global (28) que está dispuesta para medir la temperatura global y la presión global, o la presencia de cualquier contenido líquido del primer fluido evaporado aguas abajo de la primera salida global;
 - el controlador está dispuesto para comunicarse con las válvulas de la pluralidad de disposiciones de inyectores (25a, 25b), o con una válvula global, para controlar, basándose en la información recibida de la disposición de sensor global (28), la cantidad global del primer fluido a suministrar a la primera pluralidad de conductos de fluido (3) para que el intercambiador de calor (1) funcione hacia un valor de sobrecalentamiento de referencia.
9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la disposición de sensor global (28) comprende un sensor de presión global (30a) y un sensor de temperatura global (30b).
10. Uso de un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9.
11. Un método para el control dinámico del funcionamiento de un intercambiador de calor en un sistema de acuerdo

con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, comprendiendo el método las etapas de:

- 5 a) suministrar (1001), mediante la pluralidad de disposiciones de inyectores, un primer fluido a las entradas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido, y suministrar un segundo fluido a las entradas locales de la segunda pluralidad de conductos de fluido;
- b) medir (1002), mediante la disposición de sensor local, los valores de temperatura correspondientes a las temperaturas locales del fluido evaporado que fluye cerca de las salidas locales de la primera pluralidad de conductos de fluido;
- 10 c) transmitir (1003) al controlador los valores de temperatura medidos;
- d) determinar (1004), mediante el controlador, una diferencia entre los valores de temperatura medidos;
- e) determinar (1005), mediante el controlador, un ajuste local de la cantidad local de fluido suministrado por al menos una de la pluralidad de disposiciones de inyectores basándose en la diferencia determinada, para igualar la diferencia determinada,
- 15 f) comunicar (1006), mediante el controlador, con las válvulas de la pluralidad de disposiciones de inyectores para ajustar la cantidad local del primer fluido suministrado por al menos una de la pluralidad de disposiciones de inyectores de acuerdo con el ajuste local determinado.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además las etapas de:

- 20 determinar un ajuste local de compensación de la cantidad local del primer fluido suministrado por otra distinta de al menos una de las disposiciones de inyectores para mantener la cantidad global de primer fluido en la pluralidad de primeros conductos no afectada por los ajustes locales; y
- comunicar, mediante el controlador, con las válvulas de la pluralidad de disposiciones de inyectores para ajustar la cantidad local del primer fluido suministrado por dicha otra distinta de al menos una de la pluralidad de
- 25 disposiciones de inyectores de acuerdo con el ajuste local de compensación determinado.

13. El método de acuerdo con las reivindicaciones 11 o 12, en el que la etapa de determinar la diferencia comprende la determinación de la desviación típica de los valores de temperatura medidos.

- 30 14. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11-13, en el que el sistema comprende además una disposición de sensor global que comprende un sensor de temperatura global y un sensor de presión global, comprendiendo el método además las etapas de:

- 35 g) medir (1101), mediante la disposición de sensor global, un valor de temperatura global y un valor de presión global del primer fluido evaporado aguas abajo de la primera salida global;
- h) transmitir (1102) al controlador el valor de temperatura global medido y el valor de presión global medido;
- i) determinar (1103), mediante el controlador, el valor de sobrecalentamiento basándose en el valor de temperatura global medido y al valor de presión global medido;
- 40 j) determinar (1103), mediante el controlador, la diferencia entre el valor determinado de sobrecalentamiento y un valor de sobrecalentamiento de referencia, o la presencia de cualquier contenido líquido en el primer fluido evaporado;
- k) determinar (1104), mediante el controlador, un ajuste global de la cantidad de primer fluido suministrado por la pluralidad de disposiciones de inyectores, requerido para alcanzar el valor de sobrecalentamiento de referencia,
- 45 l) comunicar (1105), mediante el controlador, con las válvulas de la pluralidad de disposiciones de inyectores, o con una válvula global, para ajustar la cantidad global del primer fluido suministrado por la pluralidad de disposiciones de inyectores de acuerdo con el ajuste global determinado.

15. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que las etapas b)-f) y las etapas g)-l) se realizan en paralelo.

50 16. El método de acuerdo con las reivindicaciones 14 o 15, en el que las etapas b)-f) y las etapas g)-l) se realizan de forma continua como bucles paralelos en el controlador.

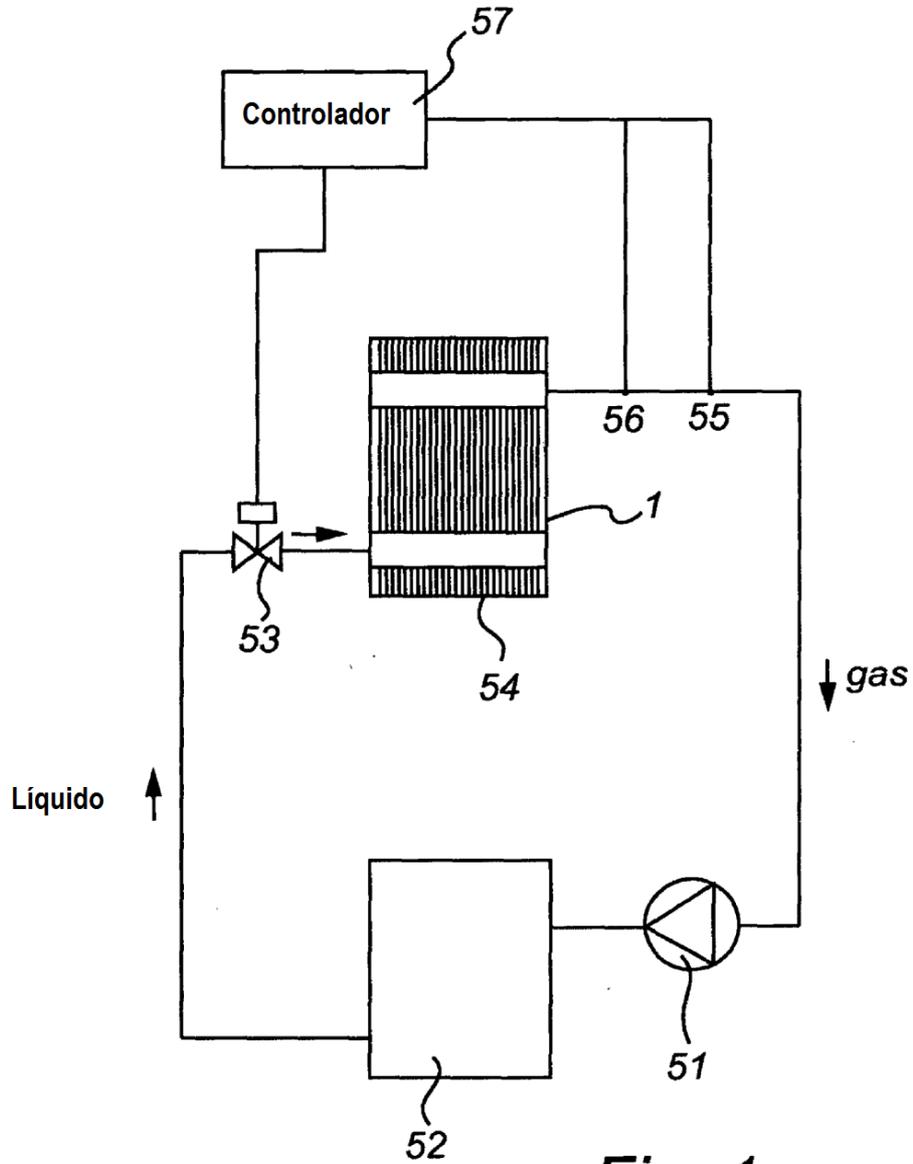


Fig. 1

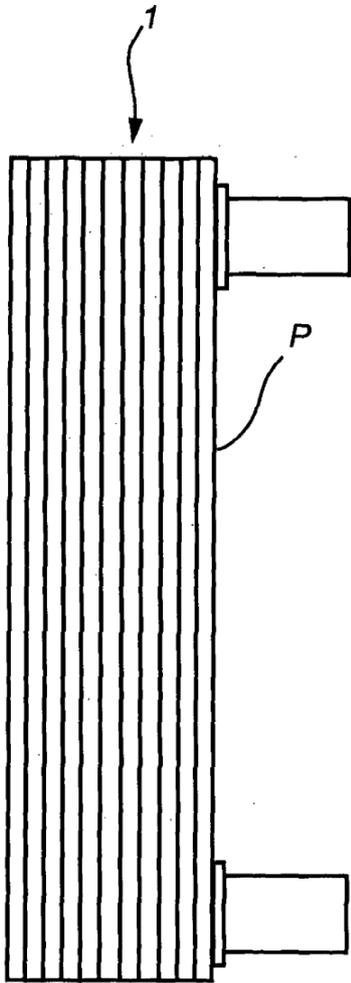


Fig. 2

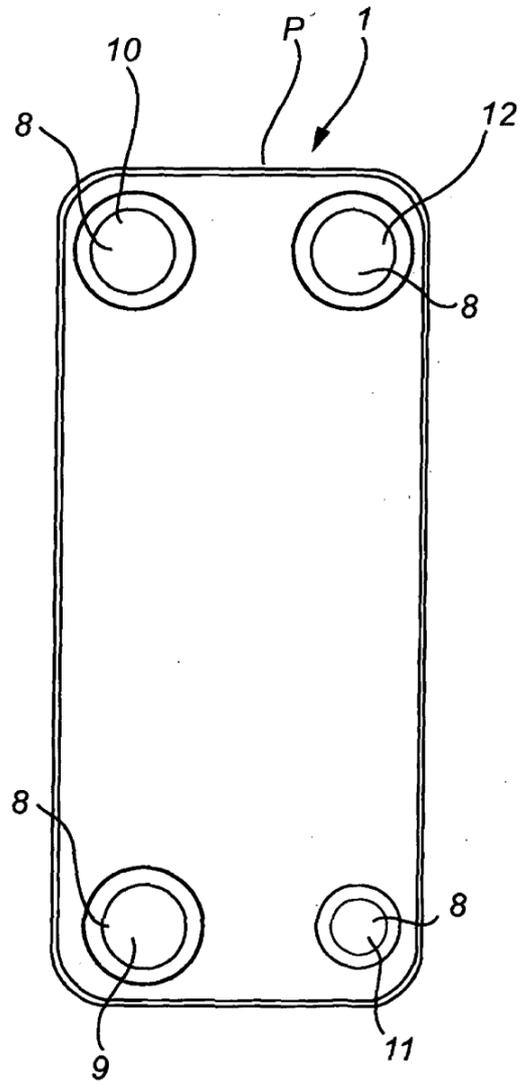


Fig. 3

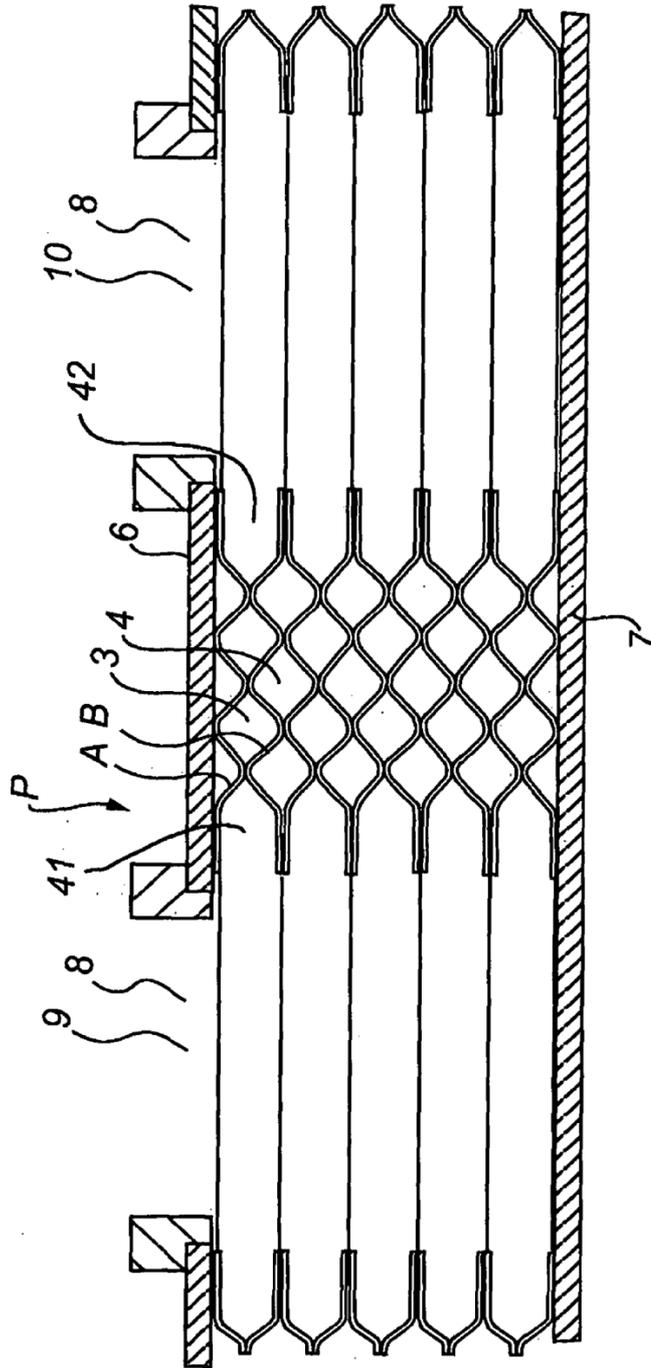


Fig. 4

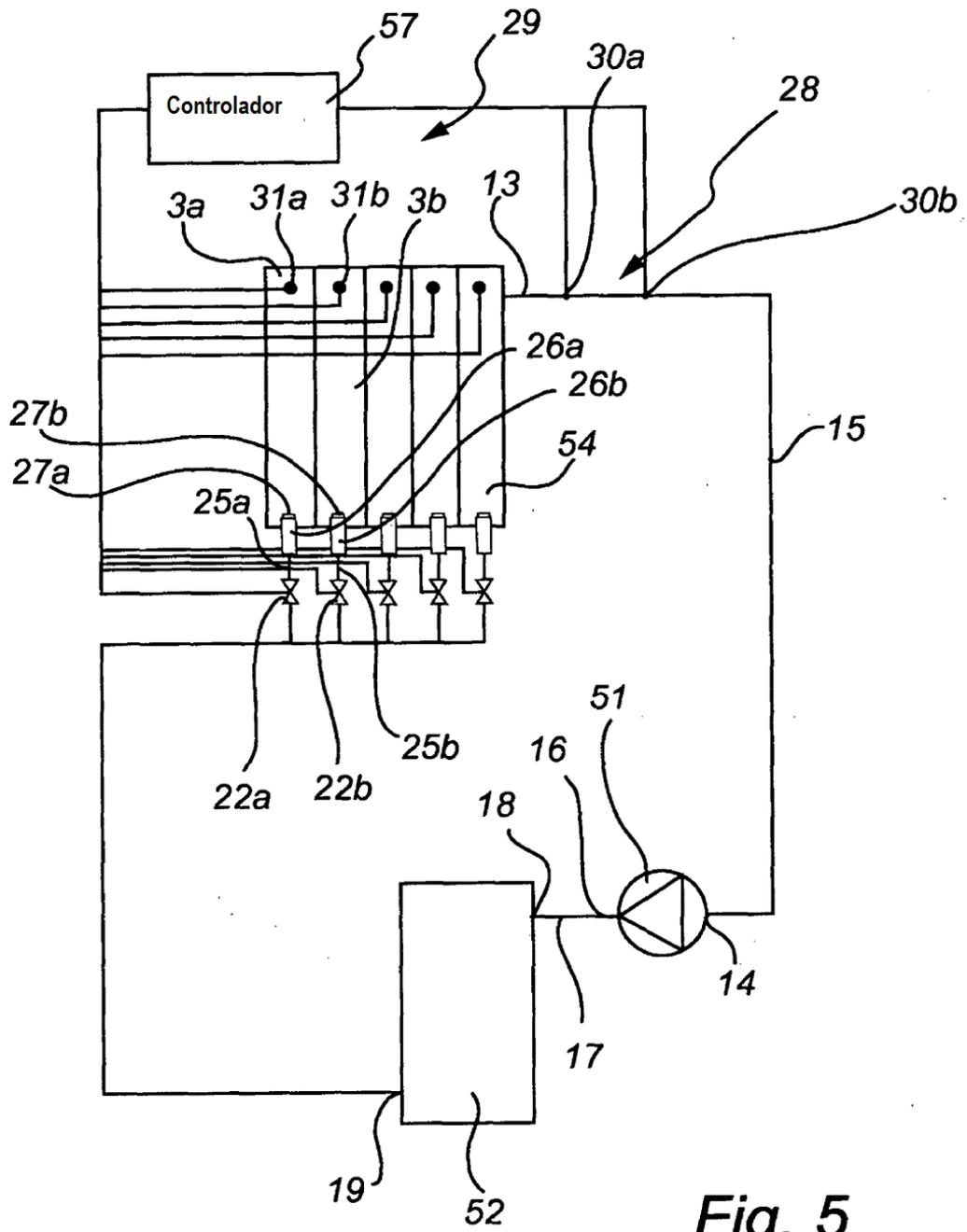


Fig. 5

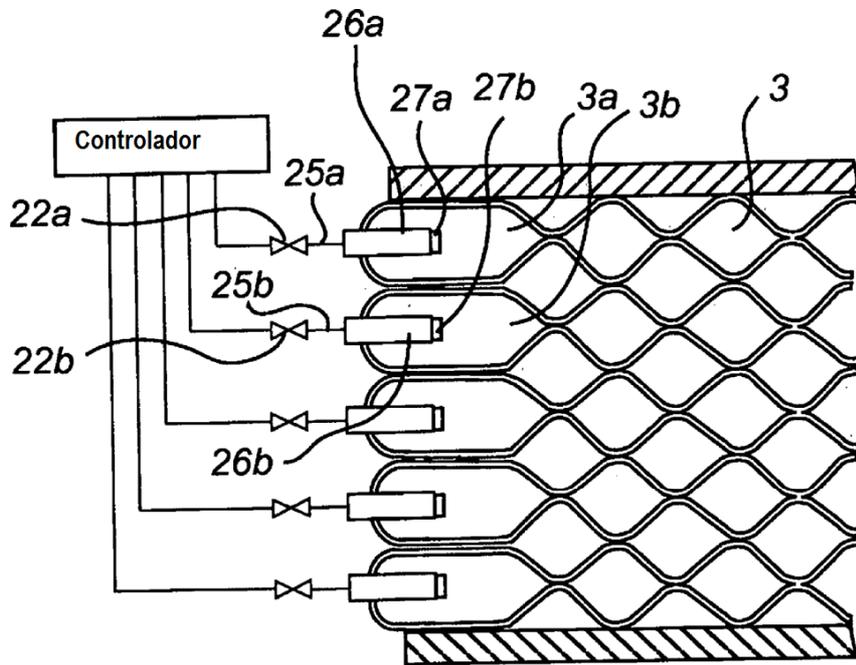


Fig. 6

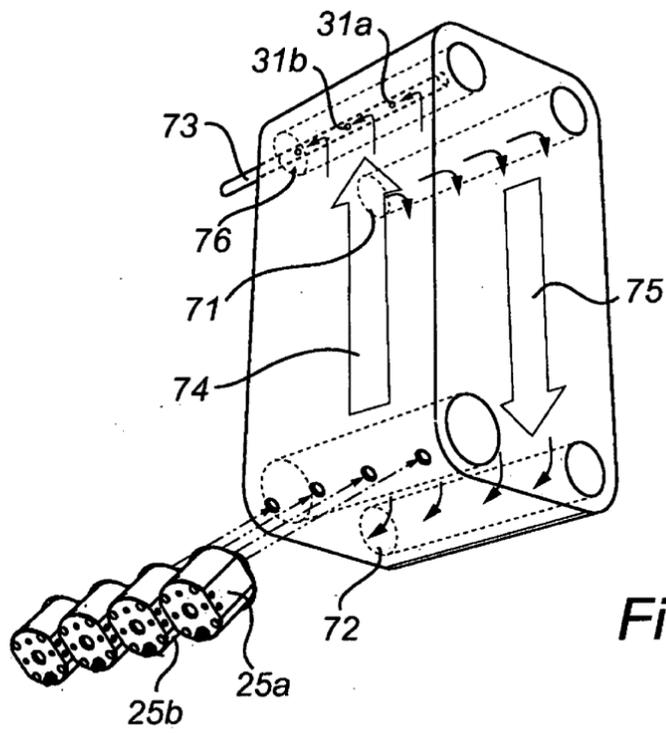


Fig. 7

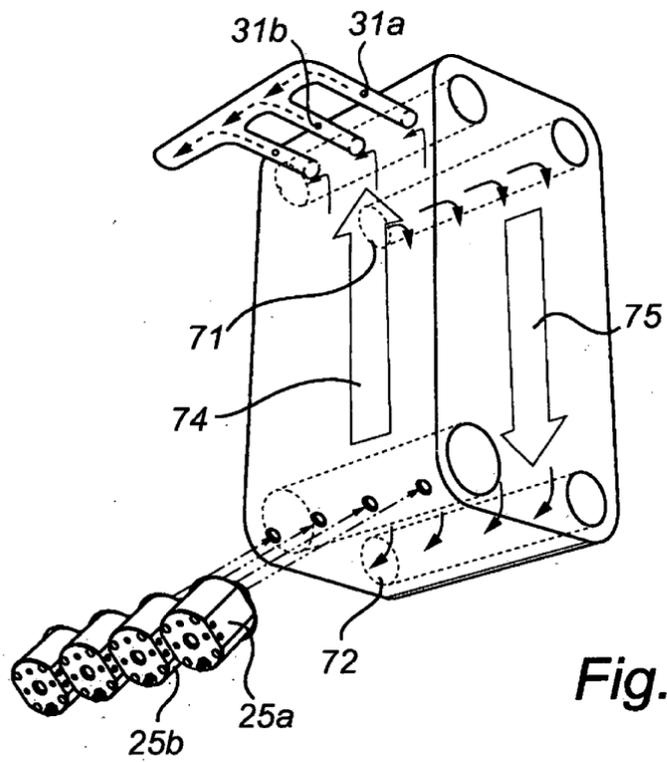


Fig. 8

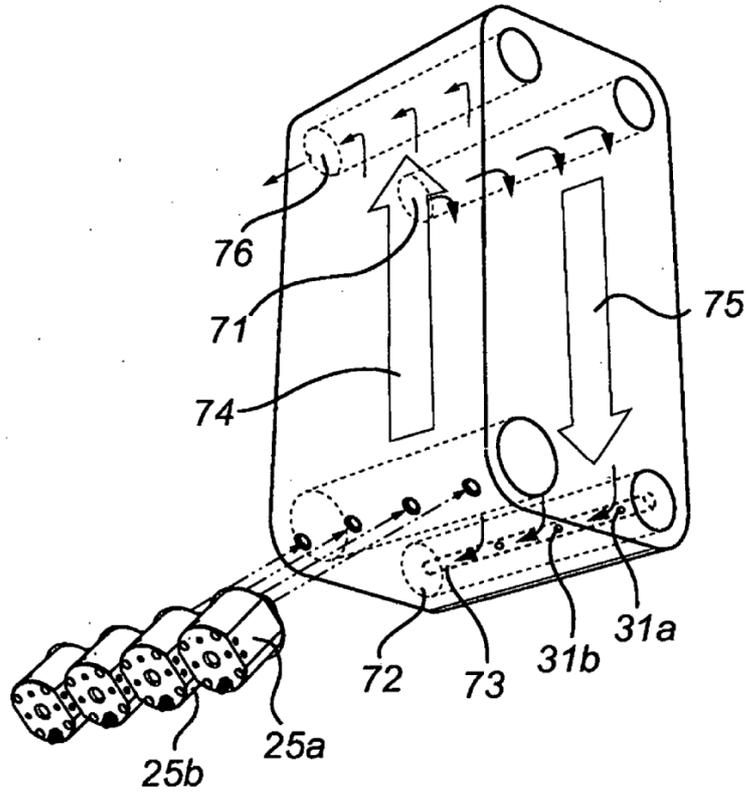


Fig. 9

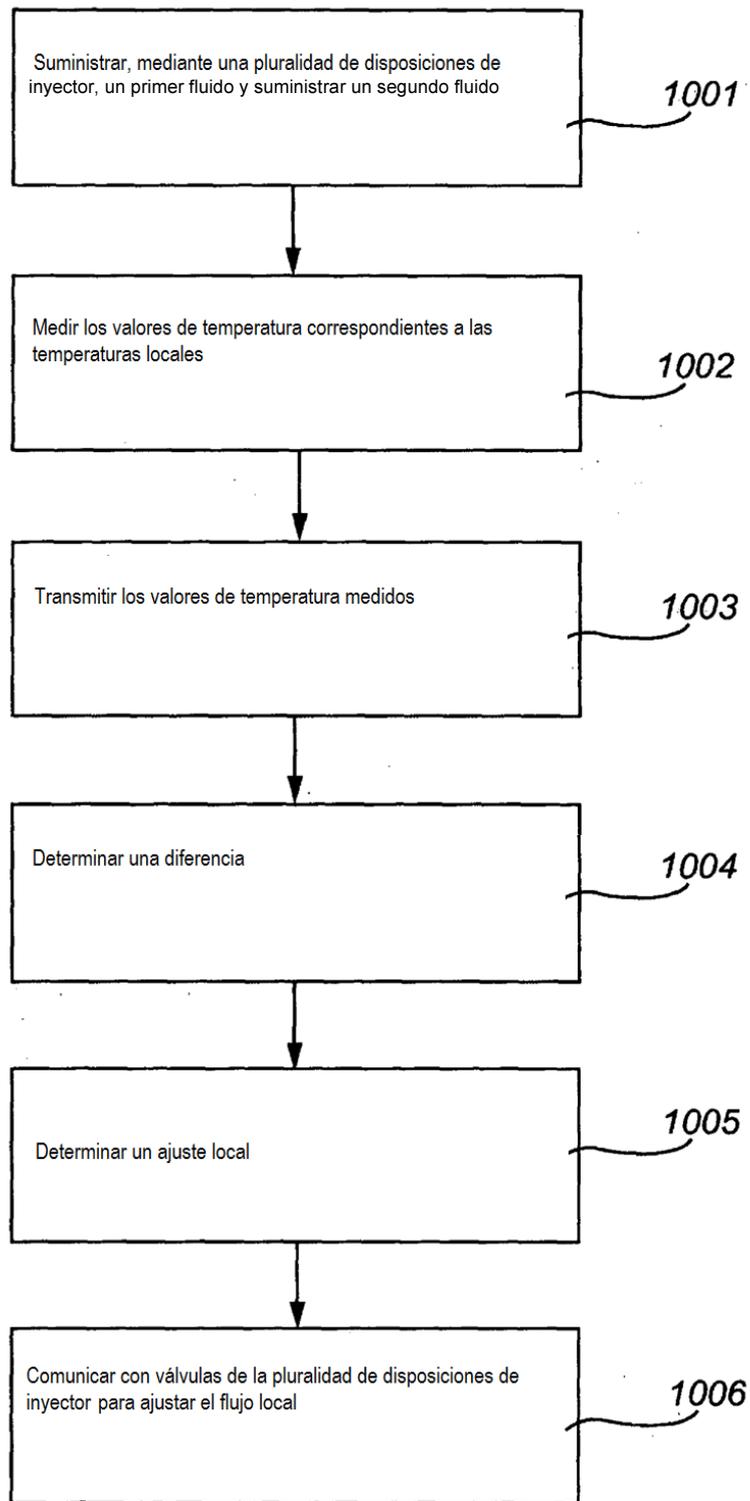


Fig. 10

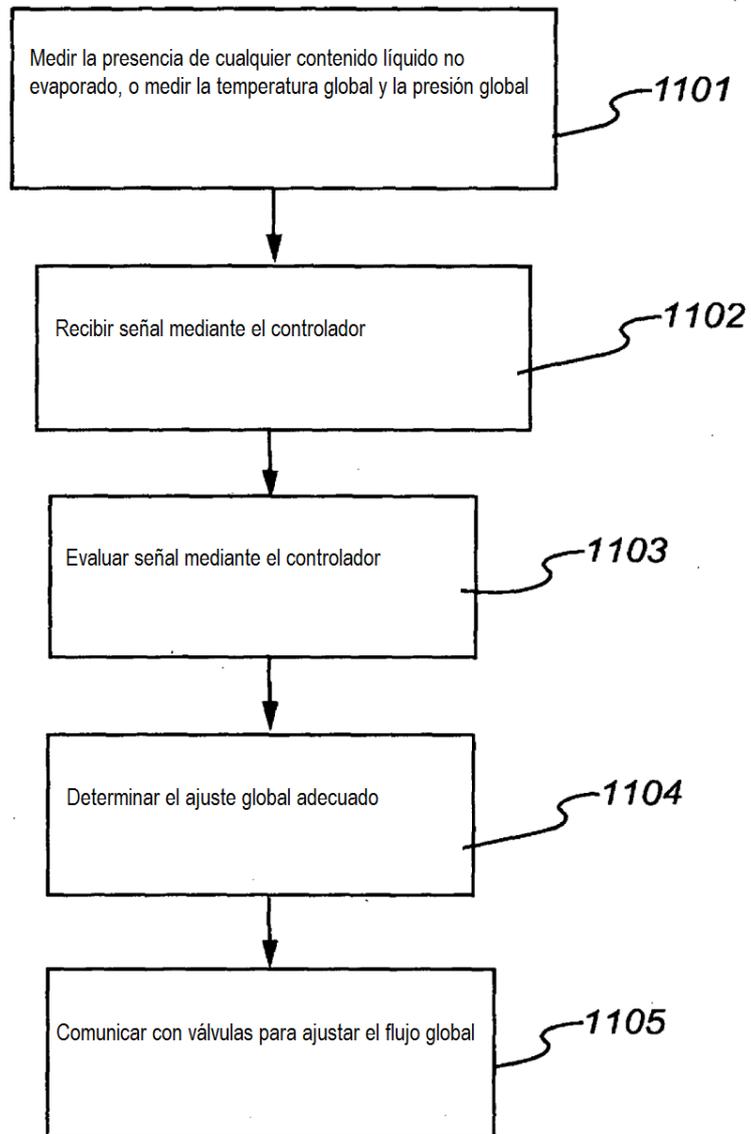


Fig. 11