

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 356**

51 Int. Cl.:

F25B 27/00 (2006.01)

F25B 15/04 (2006.01)

C09K 5/04 (2006.01)

F25B 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.09.2010 PCT/ES2010/070608**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2011 WO11039397**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2010 E 10819944 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 2484992**

54 Título: **Enfriadora de agua por absorción tipo aire/agua o agua/agua que utiliza amoníaco y nitrato de litio**

30 Prioridad:

29.09.2009 ES 200930758

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

14.09.2020

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)
13995 Pasteur Blvd
Palm Beach Gardens, FL 33418, US**

72 Inventor/es:

**BOUROUIS, MAHMOUD;
CORONASSALCEDO, ALBERTO;
VALLES RAQUERA, JOAN MANUEL y
ZAMORA GARCIA, MIGUEL**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 782 356 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

Enfriadora de agua por absorción tipo aire/agua o agua/agua que utiliza amoníaco y nitrato de litio

5 OBJETO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención es una enfriadora por absorción, que usa como par refrigerante-absorbente la mezcla de amoníaco-nitrato de litio, y en la que todos los intercambiadores de calor son intercambiadores de calor de placas termosoldadas.

10

[0002] Se trata de una enfriadora de agua por absorción que funciona según un ciclo de efecto único diseñada para incorporar energía solar en aplicaciones de acondicionamiento de aire para cumplir los requisitos de refrigeración de edificios para una potencia máxima de 15 kW. La enfriadora de agua puede operar en modo agua-agua o en modo aire-agua, dependiendo de las necesidades de la instalación.

15

ANTECEDENTES DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

[0003] La tecnología actual de los equipos de absorción se basa en el uso de dos mezclas convencionales de ciclos de absorción: H₂O-LiBr y NH₃-H₂O.

20

[0004] La mezcla de H₂O-LiBr tiene la ventaja de proporcionar un coeficiente de rendimiento (COP) más elevado a temperaturas de generación más bajas de 75 °C-90 °C. Sin embargo, presenta el inconveniente de que requiere una torre de refrigeración, ya que a temperaturas altas el absorbedor presenta problemas de cristalización. Por lo tanto, la necesidad de torre de refrigeración encarece los equipos, introduce un consumo de agua de 4 kg/h a 6 kg/h por kW de frío y aumenta los costes de mantenimiento asociados al cumplimiento de la normativa sobre la prevención de la legionelosis.

25

[0005] La mezcla de NH₃-H₂O no presenta problemas de cristalización, ya que la mezcla es soluble en todo el intervalo de concentración. Esto permite una disipación seca, aunque a costa de temperaturas de activación más elevadas que el equipo de H₂O-LiBr. Por ello, los dispositivos de absorción de NH₃-H₂O requieren colectores solares con mayor temperatura que encarecen la instalación. Otro inconveniente de los dispositivos de absorción de NH₃-H₂O es la relativa volatilidad del agua (absorbente) que obliga a rectificar los vapores que salen del generador para permitir que llegue amoníaco puro al evaporador. Esta rectificación, que es indispensable, ya que la presencia de agua en el evaporador reduce su capacidad frigorífica, penaliza el COP del ciclo que resulta ser inferior al de los ciclos de H₂O-LiBr.

30

35

[0006] En este contexto, las limitaciones que tienen ambas mezclas tradicionales de los ciclos de absorción han llevado a la propuesta e investigación de nuevas mezclas. Estas incluyen mezclas que mantienen el amoníaco como refrigerante y proponen reemplazar el agua como absorbente con sal para eliminar la necesidad de rectificar los vapores a la salida del generador. Esta invención propone el uso de nitrato de litio como absorbente de amoníaco. Por lo tanto, las ventajas de la mezcla de NH₃-LiNO₃ sobre las mezclas convencionales son las siguientes:

40

a) En comparación con la mezcla de H₂O-LiBr, no tiene problemas de cristalización con un ciclo de refrigeración con aire y opera a presiones superiores a la atmosférica.

45

b) En comparación con la mezcla de NH₃-H₂O, no requiere rectificación y las temperaturas de activación del ciclo son más bajas.

[0007] Ya en 1931, la patente GB358844 propuso la mezcla de amoníaco-nitrato de litio como par de trabajo para enfriadoras por absorción. Recientemente, la patente japonesa 2002310527 muestra una enfriadora por absorción de amoníaco-nitrato de litio que comprende un evaporador, un absorbedor, un generador, un condensador y un depósito que almacena el líquido de amoníaco que alimenta el evaporador.

50

[0008] El documento JP 2002 022309 A describe una máquina de refrigeración de tipo absorción basada en nitrato de litio y amoníaco como refrigerante equipada con un evaporador para evaporar el refrigerante o amoníaco, un recipiente de absorción para absorber el vapor de amoníaco evaporado en el evaporador en una solución de absorción, un reproductor para calentar una solución espesa en la que se absorbe amoníaco en el recipiente de absorción para separar el amoníaco, y un condensador para condensar el vapor de amoníaco separado en el reproductor. En una máquina de refrigeración de este tipo, el nitrato de litio se usa como absorbente de la solución de absorción, mientras que al menos el evaporador, el absorbedor y el condensador usan un intercambiador de calor tipo placa. El documento JP2002 022309 A describe una enfriadora de agua por absorción de aire-agua o agua-agua de amoníaco-nitrato de litio que comprende un par refrigerante-absorbente que utiliza una mezcla de amoníaco-nitrato de litio, un intercambiador de calor de placas utilizado como evaporador, un intercambiador de calor de placas utilizado como absorbente, un intercambiador de calor utilizado como intercambiador de calor de solución, un intercambiador de calor utilizado como generador, un intercambiador de calor utilizado como subenfriadora de refrigerante, y un

55

60

65

intercambiador de calor de placas utilizado como condensador para el modelo de enfriadora de agua-agua.

[0009] En conclusión, la presente invención hace posible la activación del ciclo de absorción con agua caliente producida en colectores solares con temperaturas entre 80 y 110 °C e incorpora, asimismo, mejoras significativas que permiten reducir los inconvenientes en el estado de la técnica anterior en este campo:

- a) La posibilidad de cristalización del fluido de trabajo.
- b) Operación con la mezcla de agua-bromuro de litio al vacío.
- c) Difícil separación del refrigerante-solución en la mezcla de amoníaco-agua.
- d) Finalmente, también pretende resolver algunos de los inconvenientes asociados con el uso de una enfriadora de agua-agua, tal como el uso de una torre de refrigeración, un aerorefrigerante o cualquier otro disipador de calor cuya instalación implique requisitos de espacio grandes o problemas de salud e higiene.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0010] Con el fin de reducir los inconvenientes mencionados anteriormente, se proporciona una enfriadora de agua por absorción de aire-agua o agua-agua de amoníaco-nitrato de litio como se define en la reivindicación 1 adjunta. Aspectos adicionales de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes adjuntas. A modo de explicación de la "enfriadora por absorción de agua tipo aire-agua o agua-agua de amoníaco-nitrato de litio", consiste en una máquina de absorción de enfriadora de agua que utiliza una mezcla de amoníaco-nitrato de litio como par de trabajo. Todos los intercambiadores de calor son intercambiadores de calor de placas termosoldadas que mejoran los procesos de transferencia de calor y masa, y proporcionan un ciclo de efecto único diseñado para incorporar la energía solar en aplicaciones de acondicionamiento de aire permitiendo, además, los requisitos de refrigeración de los edificios hasta una potencia máxima de 15 kW.

[0011] Sus componentes principales son: absorbedor de burbujas de placas, generador de ebullición de flujo de placas, condensador y evaporador de placas, intercambiador de recuperación de calor de placas, e intercambiador de calor de vapor líquido de placas, tanque separador de vapor de amoníaco, y válvula autorreguladora para el flujo de solución.

[0012] Es importante destacar que el amoníaco es el refrigerante, mientras que el nitrato de litio actúa como absorbente, ya que es una sal con una alta afinidad por el vapor de amoníaco. Por lo tanto, la enfriadora de agua puede operar en modo agua-agua o en modo aire-agua, dependiendo de las necesidades de la instalación. Esto se logra al proporcionar dos modelos de enfriadora por absorción, aire-agua y agua-agua, que pueden adaptarse a las necesidades de cualquier instalación. En el modelo agua-agua, todos los intercambiadores de calor son intercambiadores de calor de placas corrugadas. En el modelo aire-agua hay dos alternativas: la primera utiliza una batería de tubos aleteados imbricada, de manera que parte de ésta se usa para condensar el amoníaco refrigerante y la otra parte para disipar el calor del circuito de agua de refrigeración en el absorbedor. La segunda alternativa es proporcionar una batería de tubos aleteados para enfriar el agua que proviene tanto del condensador como del absorbedor.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0013] Como complemento a la descripción y con el objetivo de proporcionar información adicional sobre las características de la invención, se proporcionan las siguientes figuras como ejemplos prácticos de realizaciones preferidas:

Figura 1.- Diagrama del proceso de refrigeración por absorción de la máquina agua-agua.

Figura 2.a. - Esquema del sistema de distribución del refrigerante y la solución situado a la entrada del absorbedor.

Figura 2.b.- Esquema del sistema de distribución del refrigerante y la solución situado a la entrada del absorbedor-Alzado.

Figura 2.c.- Esquema del sistema de distribución del refrigerante y la solución situado a la entrada del absorbedor-Planta inferior.

Figura 2.d. Esquema del sistema de distribución del refrigerante y la solución situado a la entrada del absorbedor-Perfil desde la izquierda.

Figura 2.e.- Esquema del sistema de distribución del refrigerante y la solución situado a la entrada del absorbedor-Perfil Detalle A.

Figura 2.f.- Esquema del sistema de distribución del refrigerante y la solución situado a la entrada del absorbedor-Perfil Detalle B.

Figura 3.- Diagrama del proceso de refrigeración por absorción en la máquina de aire-agua.

Figura 4.- Diagrama del proceso de refrigeración por absorción en la máquina de aire-agua con batería de tubos aleteados imbricada.

5

Figura 5.a- Configuración de condensador para batería de tubos aleteados de acero imbricada-Planta.

Figura 5.b- Configuración de condensador para batería de tubos aleteados de acero imbricada-Perfil.

10 Figura 5.c.- Configuración de condensador para batería de tubos aleteados de acero imbricada - Alzado frontal que muestra el circuito de agua

[0014] También es importante destacar los siguientes elementos o partes constituyentes:

- 15 1. Condensador
- 2. Receptor de líquido.
- 3. Intercambiador de calor de subenfriadora para el refrigerante líquido.
- 4. Válvula de expansión para el refrigerante líquido.
- 5. Evaporador.
- 20 6. Distribuidor.
- 7. Absorbedor.
- 8. Tanque de solución rica.
- 9. Bomba de circulación.
- 10. Intercambiador de recuperación de calor.
- 25 11. Generador.
- 12. Tanque generador.
- 13. Válvula de expansión.
- 14. Bobina de tubos aleteados de agua.

30 EJEMPLOS DE REALIZACIONES PREFERIDAS

[0015] Como ejemplo de la implementación preferida de la "enfriadora de agua por absorción de agua-agua de amoníaco y nitrato de litio", la figura 1 muestra cómo contiene los siguientes componentes: un generador (11) en el que, gracias al calor suministrado por los colectores solares, el vapor de refrigerante se obtiene y a continuación se separa de la solución formada por refrigerante-nitrato de litio, utilizando un tanque separador (12) colocado detrás del generador (11), un condensador (1) para el vapor procedente del tanque anterior, un receptor de líquido (2) del refrigerante condensado del condensador, una subenfriadora (3) para el refrigerante líquido a la salida del tanque, una válvula (4) para disminuir la presión del refrigerante, un evaporador (5) para volver a gasificar el refrigerante líquido que pasará, después de circular a través del intercambiador de calor (3), un absorbedor (7) en el que el amoníaco puro se absorbe en una solución débil (línea 8), para obtener una solución rica (Línea 1) que se pasará a un tanque de almacenamiento (8) y después se impulsará por una bomba (9) que aumenta su presión y la hace circular hasta el generador después de pasarla a través de un intercambiador de calor de recuperación (de solución) (10). El tanque (12) adyacente al generador proporciona dos corrientes, una corriente de vapor de amoníaco (Línea 9) y otra de solución de baja concentración en amoníaco (solución pobre, Línea 6) que llegará al absorbedor después de haber pasado a través del intercambiador de calor (10) y que suministra calor a la solución rica procedente de la bomba de circulación. La solución pobre enfriada en el intercambiador de calor experimenta una disminución de la presión después de pasar a través de una válvula (13) colocada justo antes de la entrada al absorbedor. La válvula de expansión (13) utiliza un diafragma, resortes y orificios para regular automáticamente su apertura sin ninguna fuente de alimentación externa. La válvula permite configurar el flujo de solución pobre independientemente de la presión que prevalece en el generador y el absorbedor.

[0016] La fase de vapor de refrigerante se produce a partir de la solución de refrigerante-nitrato de litio usando un sistema generador de compuesto que incluye un intercambiador de calor de placas corrugadas (11) seguido del tanque separador (12) en el que tiene lugar la separación de las dos fases, el vapor de refrigerante y la solución pobre de refrigerante-nitrato de litio, obtenida en el intercambiador de calor a través del suministro de calor de una corriente de agua caliente de los colectores solares y que circula a contracorriente a la solución. La solución fluye hacia arriba en el intercambiador de calor de placas corrugadas (11). La temperatura de entrada del agua caliente está entre 80 °C y 110 °C.

[0017] La conexión entre el tanque separador (12) y el condensador (1) se produce de manera que la salida de vapor se encuentre en la parte superior del tanque para evitar el flujo de líquido en la línea (9), mientras que la salida de líquido está en la parte inferior del tanque. Este vapor se condensa en un intercambiador de placas obteniendo un líquido saturado de amoníaco que se almacena en el tanque (2). Opcionalmente, el vapor también se puede condensar en un intercambiador de calor de tubos aleteados de acero.

65

[0018] El refrigerante como líquido saturado fluye a través del intercambiador de calor de placas (2) para lograr condiciones de subrefrigeración y alimenta la válvula de expansión electrónica (4), situada a la entrada del evaporador (5), para reducir su presión como se muestra en la figura 1.

5 **[0019]** En el evaporador que consiste en un intercambiador de calor de placas termosoldadas, el líquido subenfriado de la válvula (4) se gasifica por medio del calor suministrado por una corriente de agua enfriada que procede del edificio a acondicionar. La temperatura de impulsión del agua enfriada puede tomar valores entre 8 °C y 15 °C, dependiendo del sistema HVAC del edificio.

10 **[0020]** El proceso de absorción utiliza un dispositivo que consiste en un intercambiador de calor de placas corrugadas, en el que el vapor de refrigerante y la solución pobre entran a través de la conexión inferior del intercambiador de calor, y la solución rica sale a través de la conexión superior. El calor liberado en el proceso de absorción se disipa enfriando el agua que fluye a contracorriente. Debido a la baja velocidad en el puerto de entrada del absorbedor, existe el riesgo de que la solución pobre y el vapor que entra en el absorbedor se separen y entren a través de diferentes canales. Para evitar este problema, el vapor se inyecta en el puerto de entrada a través de un sistema de distribución. Las figuras 2a, 2b, 2c, 2d y 2f muestran el sistema de distribución de refrigerante y solución situado a la entrada del absorbedor. El sistema de distribución comienza con una T que conecta la línea de vapor de refrigerante y la línea de solución pobre. La línea de vapor, con un diámetro menor que el del puerto del intercambiador de calor, se extiende hasta el extremo del puerto de entrada del intercambiador. El extremo del tubo está tapado y en la parte inferior del tubo se ha hecho una abertura de forma trapezoidal con una abertura más pequeña al comienzo del puerto de distribución que, a continuación, se ensancha hacia el extremo del puerto. El área de salida de vapor a través de la abertura hecha en la parte inferior del tubo está ligeramente por encima del área de paso del tubo. El tubo mencionado a modo de ejemplo podría implementarse con un diámetro externo de 19,05 mm y un diámetro interno de 16,57 mm, con una abertura trapezoidal de 0,2 cm al comienzo del puerto y 0,3 cm al final del puerto. La solución fluye a través de la zona anular que se encuentra entre la tubería de vapor y el puerto de distribución del intercambiador. El flujo de dos fases generado fluye a continuación en los canales del intercambiador de placas donde tiene lugar el proceso de absorción. El calor liberado en el proceso de absorción se disipa enfriando el agua que fluye a contracorriente a la solución. La temperatura de entrada del agua de refrigeración al condensador y al absorbedor está entre 35 °C y 45 °C.

30 **[0021]** El resultado de la absorción es una solución de refrigerante-sal con una alta concentración de amoníaco que se almacena en un tanque (8) situado a la salida del absorbente (7). Esta solución circulará a través de la línea (2) y a continuación irá a la bomba de circulación (9), lo que aumentará su presión a la alta presión del ciclo de absorción.

35 **[0022]** La solución rica en amoníaco de la bomba de circulación (9) aumentará su temperatura en el intercambiador de calor (10) circulando a contracorriente a la solución pobre en amoníaco del tanque (12). Finalmente, la solución rica en amoníaco pasará al generador y la solución pobre, después de pasar a través de la válvula de expansión (13), junto con la línea de vapor (14) alimentará al absorbedor a través del distribuidor especial situado en su entrada.

45 **[0023]** En la figura 3 se muestra un ejemplo de la implementación preferida de la "enfriadora por absorción de agua tipo aire-agua de amoníaco-nitrato de litio". Esto muestra que existen los mismos procesos de transferencia de calor y masa que para la absorción tipo agua-agua descrita anteriormente y mostrada en la figura 1. Por lo tanto, la única diferencia entre los dos tipos de enfriadoras por absorción de agua es la inclusión de una batería de tubos aleteados de aire-agua de tubos de cobre y aletas de aluminio, capaz de disipar el calor del agua de refrigeración tanto del absorbedor como del condensador.

50 **[0024]** Finalmente, como ejemplo de implementación alternativa de la "enfriadora de agua por absorción tipo aire-agua de amoníaco y nitrato de litio", la figura 4 muestra el diagrama de proceso correspondiente para el caso de la batería de tubos aleteados imbricada.

60 **[0025]** Por lo tanto, este esquema de proceso de refrigeración por absorción solo difiere de los descritos en la figura 1 y la figura 3 en la configuración del condensador. En este caso, el condensador es una batería de tubos aleteados de acero imbricada como se muestra en las figuras 5a, 5b y 5c, parte de la cual está destinada a condensar el refrigerante y el resto disipa el calor del circuito de agua de refrigeración. Por lo tanto, la batería consiste en dos filas de tubos de acero con aletas de aluminio. Una de las filas se usará para condensar amoníaco y la otra para enfriar el agua de refrigeración. Cada fluido que fluye a través de la batería (amoníaco y agua) recorrerá un circuito diferente según las necesidades del proceso. La batería se curvará según los requisitos espaciales de la estructura de la enfriadora de agua.

REIVINDICACIONES

1. Enfriadora de agua por absorción tipo aire-agua o agua-agua de amoniaco-nitrato de litio, que comprende un par refrigerante-absorbente que utiliza la mezcla de amoniaco-nitrato de litio, un intercambiador de calor de placas utilizado como evaporador (5), un intercambiador de calor de placas utilizado como absorbedor (7), un intercambiador de calor de placas utilizado como intercambiador de calor de solución (10), un intercambiador de calor de placas corrugadas utilizado como generador (11), un intercambiador de calor de placas utilizado como subenfriadora de refrigerante (3), y un intercambiador de calor de placas utilizado como condensador (1) para el modelo de enfriadora agua-agua u opcionalmente con una batería de tubos aleteados (14) de acero utilizada como condensador para el modelo aire-agua, que comprende además un tanque separador (12), un receptor de líquido (2), un sistema generador de compuesto que incluye el intercambiador de calor de placas corrugadas (11) y el tanque separador (12) donde tiene lugar la separación de las dos fases, y colectores solares, en el que los colectores solares están conectados al intercambiador de calor de placas corrugadas utilizado como generador (11) para proporcionar líquido caliente al intercambiador de calor de placas corrugadas utilizado como generador (11) para generar vapor de refrigerante en el tanque separador (12) colocado aguas abajo del generador (11) por medio de una entrada superior, en la que el vapor refrigerante se proporciona al condensador (1) colocado aguas abajo del tanque separador (12), el condensador (1) está conectado con el tanque separador (12) por medio de una salida de vapor en la parte superior del mismo, el receptor de líquido (2) está conectado al condensador (1) para recibir el refrigerante condensado, en el que la separación del refrigerante en dos fases tiene lugar por medio de una corriente de agua caliente a 80 °C-110 °C de los colectores solares que circula a contracorriente a la solución que fluye hacia arriba en el intercambiador de calor de placas corrugada (11).
2. Enfriadora de agua por absorción tipo aire-agua o agua-agua de amoniaco-nitrato de litio según reivindicación 1, en la que el intercambiador de calor de placas utilizado como absorbedor (7) es un absorbedor de burbujas de placas corrugadas, en el que el vapor de amoniaco se inyecta en la entrada del puerto de distribución y se distribuye uniformemente en el intercambiador de calor de placas utilizando un distribuidor (6) que actúa como mezclador para las corrientes de gas y líquido, en la que el distribuidor se sitúa en la entrada del absorbedor (7) y se inicia con una T que conecta la línea de vapor de refrigerante y la línea de solución pobre, en el que la línea de vapor, con un menor diámetro que el del puerto del intercambiador, se extiende hasta el final del puerto de entrada del intercambiador de calor, en el que el extremo del tubo está taponado y en la parte inferior del tubo se ha realizado una abertura de forma trapezoidal con una menor abertura al principio del puerto de distribución que después se irá ensanchando hacia el final del puerto, en el que el área de salida de vapor a través de la abertura realizada en la parte inferior del tubo, es ligeramente superior al área de paso del tubo, en el que la solución fluye a través de la zona anular que queda entre el tubo de vapor y el puerto de distribución del intercambiador, en el que el flujo bifásico generado fluye a continuación en los canales del intercambiador de placas en los que tiene lugar el proceso de absorción, y en los que el calor generado en el proceso de absorción es disipado mediante una corriente de agua de refrigeración que fluye en contracorriente con la solución.
3. Enfriadora de agua por absorción tipo aire-agua o agua-agua de amoniaco-nitrato de litio según las reivindicaciones 1 y 2, en la que la enfriadora comprende además un sistema de válvula de expansión de solución (4) que a través de un diafragma, resortes y orificios, autorregula automáticamente y sin aporte de energía externa adicional, en los rangos de temperaturas de funcionamiento adecuados, su apertura, manteniendo el caudal fijado de la solución pobre, independientemente de la presión existente en el generador y el absorbedor.
4. Enfriadora de agua por absorción tipo aire-agua o agua-agua de amoniaco-nitrato de litio según las reivindicaciones anteriores, en la que la enfriadora comprende además una batería (14) de tubos de acero y aletas de aluminio incrustada en la parte de la misma utilizada para condensar el refrigerante y el resto para disipar el calor del circuito de agua de refrigeración, en la que la batería consiste en dos filas de tubos de acero con aletas de aluminio, en la que una de las filas se utilizará para condensar amoniaco y la otra para enfriar el agua de refrigeración, en la que cada fluido que fluye a través de la batería (amoniaco y agua) recorrerá un circuito diferente según las necesidades del proceso, en la que la batería será curvada según los requisitos espaciales de la estructura de la enfriadora de agua.

FIG. 1

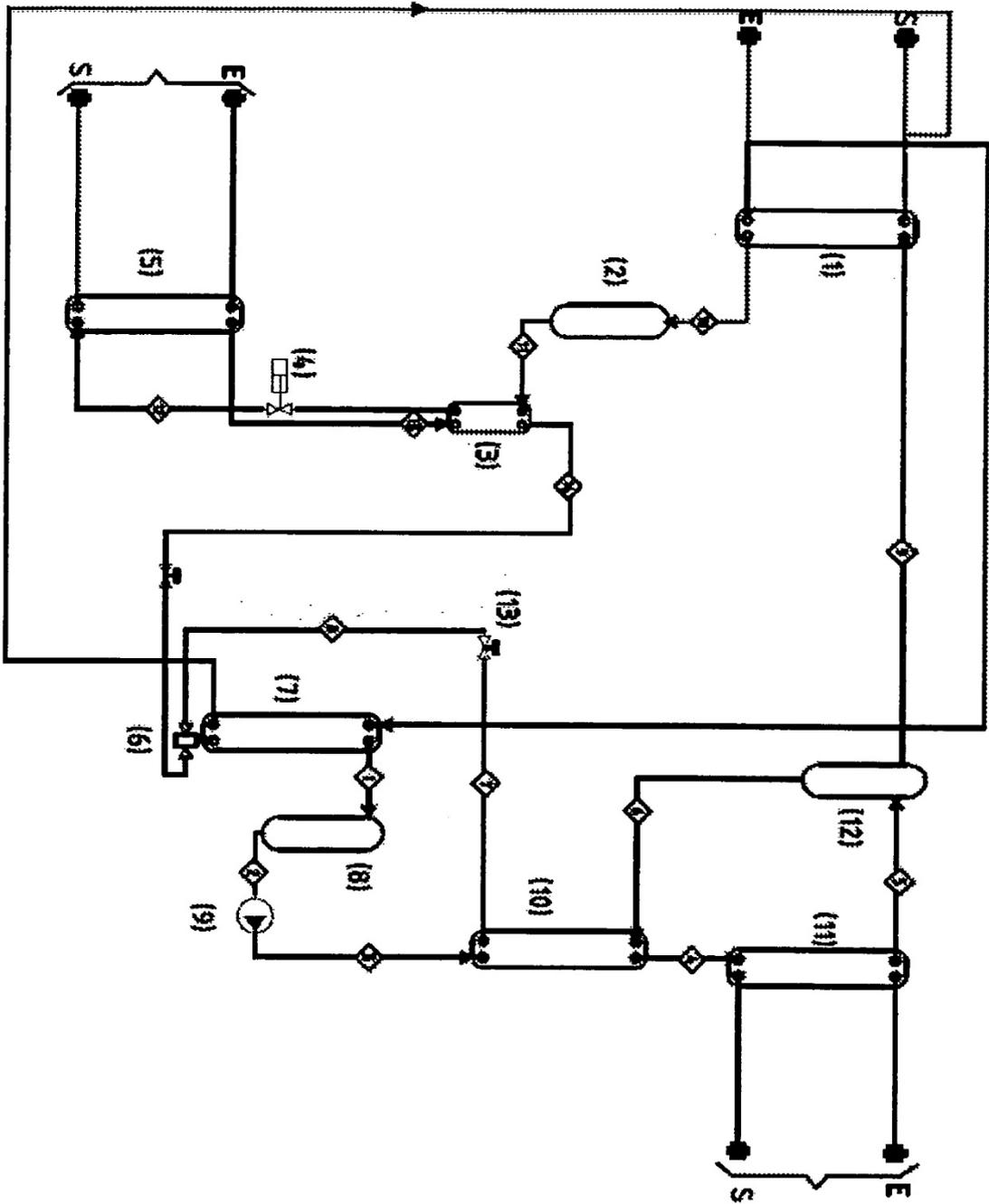


FIG. 2a

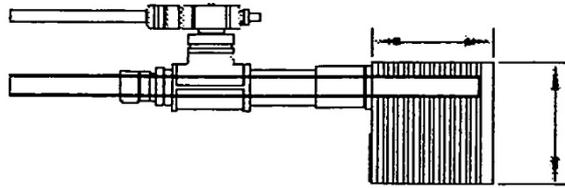


FIG. 2b

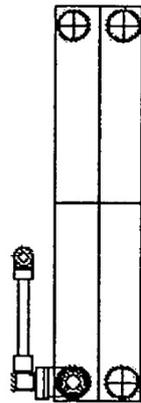


FIG. 2c

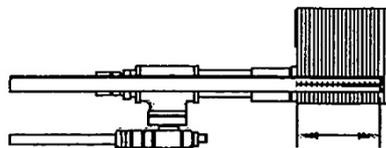


FIG. 2d

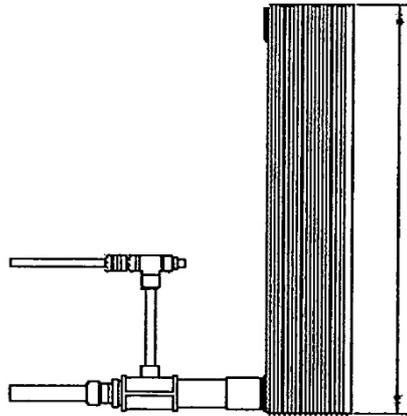


FIG. 2e

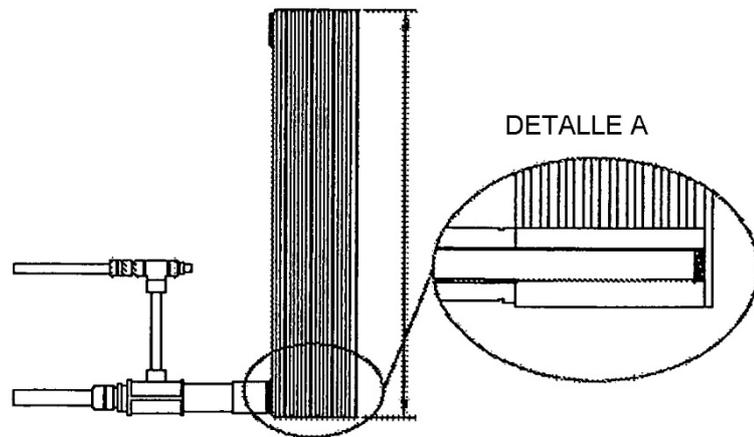


FIG. 2f

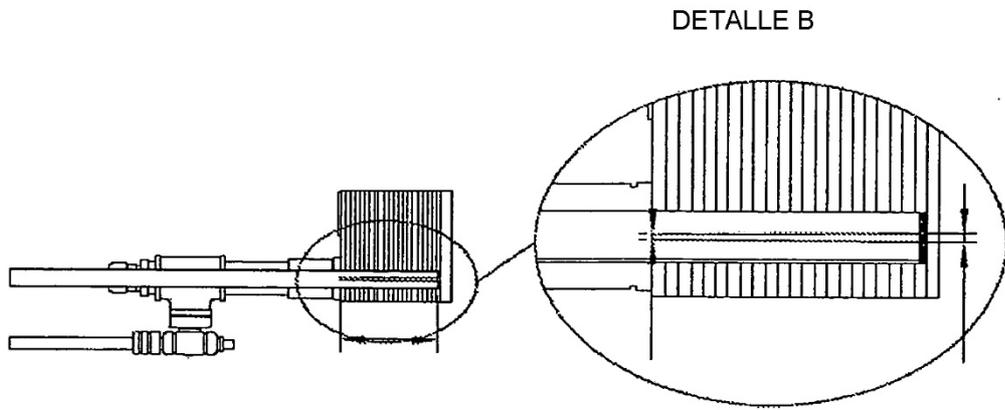


FIG. 3

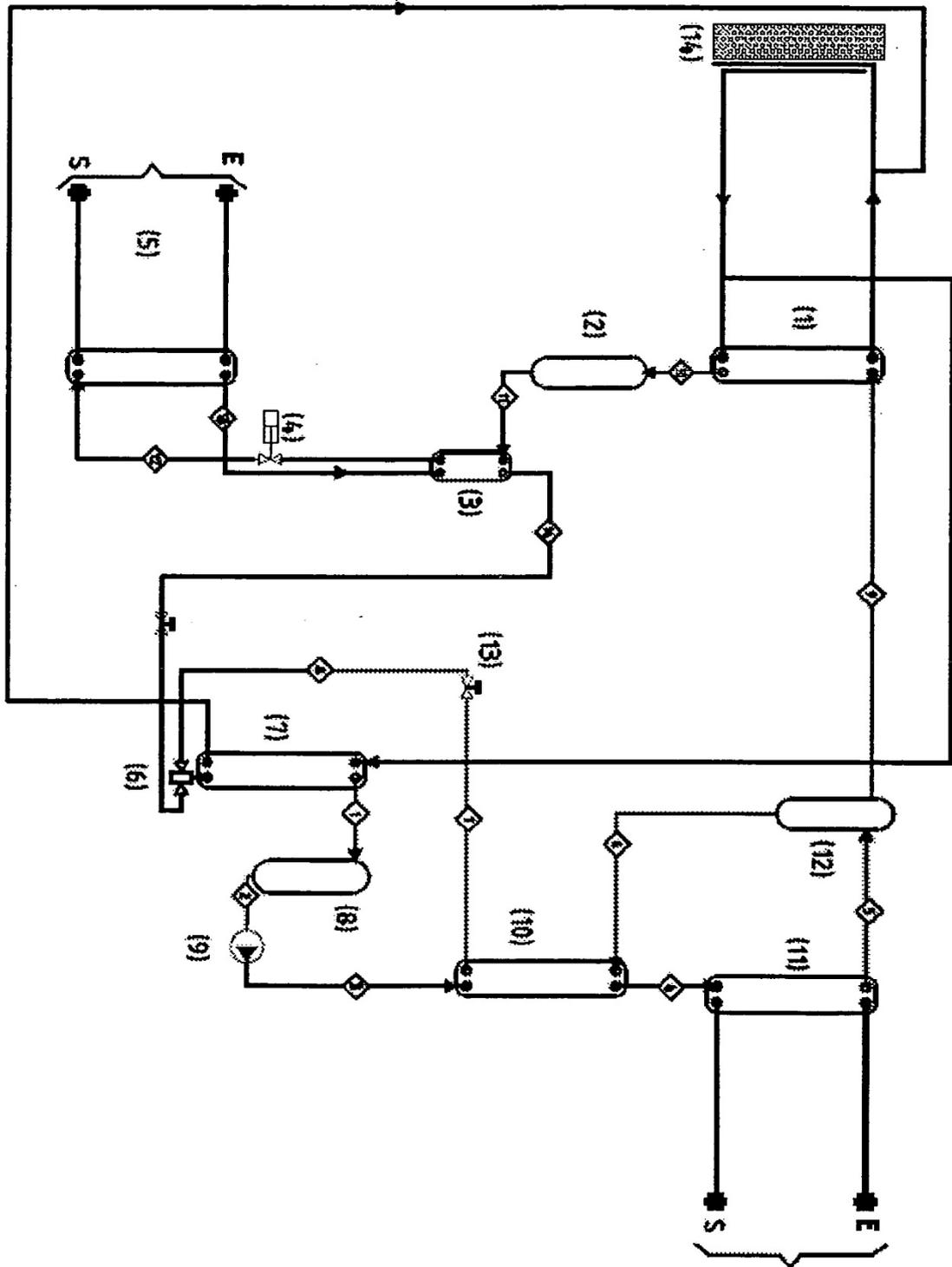


FIG. 4

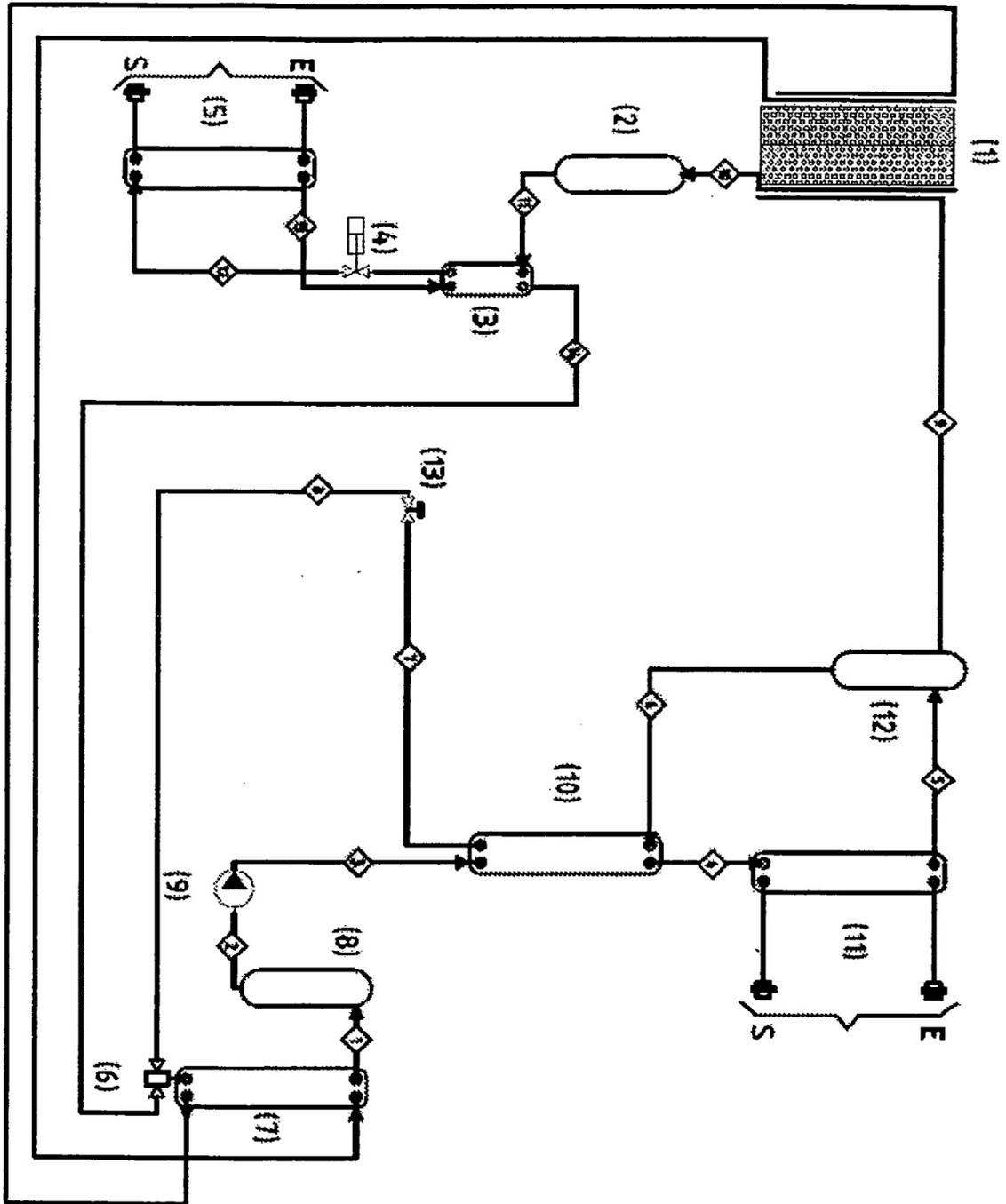


FIG. 5a

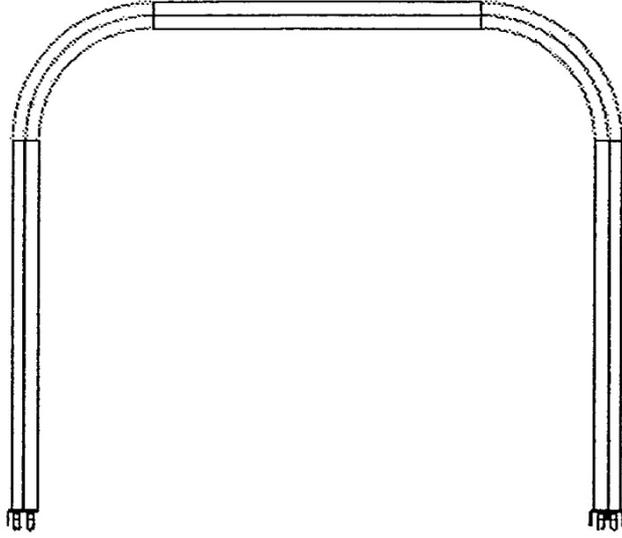


FIG. 5b

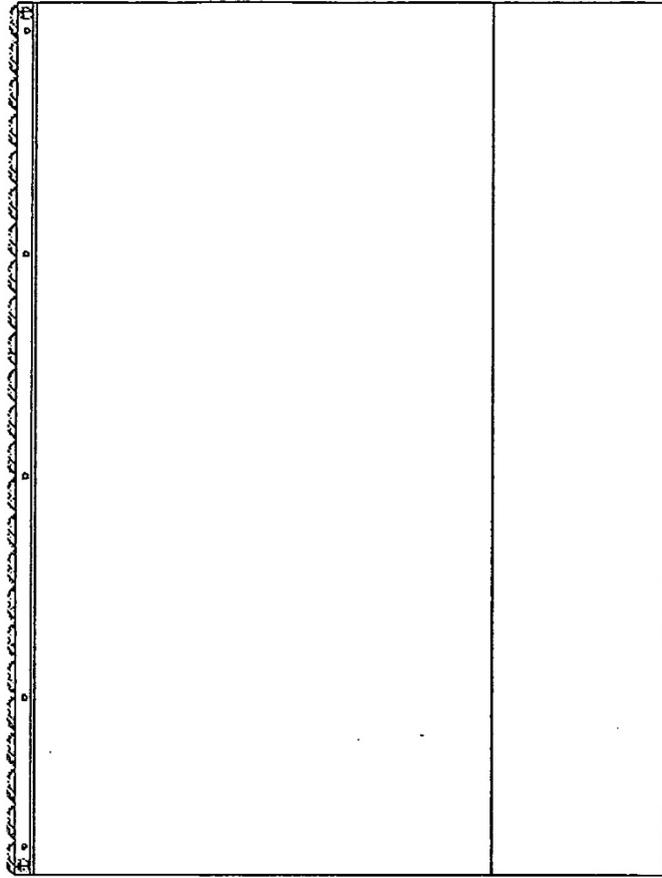


FIG. 5c

