

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 473**

51 Int. Cl.:

F25B 33/00 (2006.01)

F25B 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.04.2014 PCT/EP2014/057308**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2014 WO14177359**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2014 E 14717729 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 2992278**

54 Título: **Rectificador para máquina termodinámica de absorción con dispositivo de unión que forma sifón**

30 Prioridad:

30.04.2013 FR 1353980

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

14.01.2020

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ENERGIE ATOMIQUE ET
AUX ENERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**WYTTEBACH, JOËL y
JOBARD, XAVIER**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 737 473 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

Rectificador para máquina termodinámica de absorción con dispositivo de unión que forma sifón

5 Ámbito técnico de la invención

La invención se refiere a un rectificador para máquina termodinámica de absorción, que comprende una entrada que alimenta el rectificador con un fluido de entrada de dos fases que tiene una fase líquida y una fase gaseosa y formado por una mezcla entre un refrigerante y un absorbente. El rectificador está destinado, en concreto, a ser implantado
10 aguas abajo de un generador que pertenece a la máquina y que realiza una desorción entre el refrigerante y el absorbente utilizados por la máquina para formar dicho fluido de entrada de dos fases a la salida del generador, implantado, él mismo, aguas abajo de un absorbedor que también pertenece a la máquina y que realiza una absorción del refrigerante por el absorbente.

15 La invención tiene como objeto, igualmente, una máquina termodinámica de absorción que comprende al menos un rectificador de este tipo.

Estado de la técnica

20 El fuerte aumento actual de las necesidades de climatización en periodo estival confiere al mercado del enfriamiento solar un potencial de desarrollo muy importante. Estos sistemas utilizan mayoritariamente unas máquinas de absorción.

Con el advenimiento, desde hace algunos años, de las máquinas termodinámicas de absorción de pequeña potencia, por una parte, y de la voluntad de disponer de soluciones compactas y completas, por otra parte, el mercado debería conocer un fuerte desarrollo futuro. No obstante, una de las limitaciones de este desarrollo es el coste de inversión inicial, necesariamente muy importante. Por esta razón, se debe efectuar un desarrollo importante de las máquinas de pequeñas potencias para bajar los costes de ello. Por lo tanto, es necesario responder a las problemáticas presupuestarias y de industrialización mencionadas más arriba, al mismo tiempo que técnicas aludidas más adelante.
25 Las problemáticas técnicas esenciales se refieren, en concreto, al componente de la máquina conocido bajo la denominación de "rectificador", conocido, igualmente, bajo la denominación de "elemento de rectificación".

En una máquina termodinámica por absorción, el compresor convencional se reemplaza por una gestión ingeniosa y combinada de primer y segundo fluidos, respectivamente absorbente y refrigerante, con una transferencia de masa por absorción del refrigerante (por ejemplo, amoníaco) hacia el absorbente (por ejemplo, agua) realizada en un componente de la máquina conocido bajo la denominación de "absorbedor". A la salida del absorbedor, la solución formada por la mezcla entre el refrigerante y el absorbente después de absorción se calienta (por ejemplo, gracias a un aporte de energía solar), en un componente conocido bajo la denominación de "generador", para realizar una desorción del refrigerante y proporcionar una fuerza motriz para el circuito refrigerante. A la salida del generador, el refrigerante en el estado gaseoso como continuación de la desorción circula en el circuito de refrigeración, mientras que el absorbente se dirige en el estado líquido hacia el absorbedor. El problema proviene del hecho de que la fase gaseosa del fluido que sale del generador, una vez separada de la fase líquida, aunque contiene mayoritariamente refrigerante, puede contener, igualmente, unas trazas de absorbente.
35 40

Ahora bien, las máquinas de absorción que utilizan unas parejas como el amoníaco y el agua son relativamente sensibles a la calidad del refrigerante procedente de la desorción realizada dentro del generador. Esto es particularmente cierto para las aplicaciones donde la temperatura de evaporación del refrigerante es baja, en concreto, negativa. En el caso particular donde el refrigerante es amoníaco, su evaporación está alterada por la presencia de trazas de agua. Estas trazas de absorbente impiden la evaporación total del refrigerante cuando el evaporador se ajusta a un nivel de sobrecalentamiento convencional para una máquina termodinámica que utiliza amoníaco puro. Por lo tanto, de ello resulta una pérdida de potencia y una inestabilidad del bucle, puesto que una escasa variación de agua influye fuertemente en el deslizamiento de la temperatura de evaporación. Esta problemática se refiere, igualmente, a otras varias parejas de refrigerante y de absorbente utilizados por las máquinas de absorción.
45 50

En este contexto, el rectificador de una máquina de absorción permite mejorar la calidad del refrigerante, eliminando la mayor parte de absorbente todavía contenido en la fase gaseosa separada a la salida del generador. Un principio de rectificación consiste en enfriar esta fase gaseosa para condensar solamente una fracción de ello, sabiendo que estos condensados están fuertemente concentrados de absorbente. La fracción gaseosa restante no condensada dispone de una concentración más fuerte de refrigerante que a la entrada del rectificador.
55 60

La dificultad de la rectificación consiste en conciliar las siguientes funciones:

- la adición de un órgano de intercambio térmico que realiza esta condensación, sobre la línea gaseosa del circuito refrigerante,
- 65 - el drenaje de los condensados creados hacia el circuito de retorno hacia el absorbedor.

La circulación a través de un condensador genera una pérdida de carga por fricciones viscosas y, por lo tanto, una pérdida de presión. La fracción condensada debe ir hacia una zona donde la presión es más fuerte, puesto que debe circular en sentido inverso para encontrarse con el circuito de retorno de los líquidos hacia el absorbedor. Por lo tanto, es necesaria una fuerza motriz suplementaria. Una solución consiste en explotar la gravedad, puesto que la fracción condensada presenta una masa volumétrica muy ampliamente superior a la de la fracción restante gaseosa no condensada. Se conoce, por ejemplo, a imagen del documento KR20100026201, que se inserta un intercambiador térmico en la parte alta de un separador lleno en la parte baja por la solución a la temperatura de equilibrio procedente del generador. Un flujo gaseoso se genera por desorción, cuya una fracción se condensa por el intercambiador térmico. La fracción condensada cae por gravedad en la parte baja del separador, mientras que la fracción restante gaseosa no condensada se escapa en la parte alta del separador. Esta técnica tiene como inconveniente que necesita un volumen importante capaz de abarcar a la vez un volumen de líquido y un intercambiador térmico poco compacto, siendo de escasa pérdida de carga. Además, necesita fabricar unos componentes específicos a medida no disponibles industrialmente en el comercio. El volumen por componente es un punto crítico para las máquinas de absorción de pequeña potencia, en concreto, puesto que puede implicar la clasificación en una categoría más o menos restrictiva de la directiva europea 97/23-CE que se refiere a los equipos bajo presión. El documento GB 458 836 A divulga un rectificador para máquina termodinámica de absorción según el preámbulo de la reivindicación 1.

De este modo, existe una necesidad de disponer de un rectificador que responda a las dos funciones citadas más arriba, al mismo tiempo que aporta una ventaja certera en términos de volumen por componente del rectificador y que se basa únicamente en unos componentes simples o industriales.

Objeto de la invención

La finalidad de la presente invención es proponer un rectificador que remedie los inconvenientes listados más arriba.

En concreto, la invención consiste en proporcionar un rectificador de este tipo que permite simultáneamente:

- la provisión y la implantación de un condensador en el que circula la fase gaseosa a rectificar,
- el drenaje de los condensados creados por la rectificación hacia el circuito de retorno hacia el absorbedor,
- una ganancia de volumen por componente del rectificador,
- la explotación únicamente de componentes simples o industriales.

Estas finalidades pueden lograrse por un rectificador para máquina termodinámica de absorción, que comprende una entrada que alimenta el rectificador de un fluido de entrada de dos fases que tiene una fase líquida y una fase gaseosa y formado por una mezcla entre un refrigerante y un absorbente, comprendiendo el rectificador los siguientes elementos distintos:

- un primer separador que asegura una separación entre la fase líquida y la fase gaseosa del fluido de entrada,
- un condensador que condensa una fracción de la fase gaseosa separada por el primer separador,
- un segundo separador que asegura una separación entre la fracción condensada por el condensador y una fracción restante no condensada por el condensador,
- y un dispositivo de unión que une los primer y segundo separadores y configurado para formar un sifón para la fase líquida separada por el primer separador y para la fracción condensada separada por el segundo separador.

El dispositivo de unión pone preferentemente en comunicación fluida la fase líquida separada por el primer separador y la fracción condensada separada por el segundo separador de una manera que bloquea una circulación de la fase gaseosa separada por el primer separador y una circulación de la fracción no condensada separada por el segundo separador a través del dispositivo de unión.

El dispositivo de unión puede inhibir la circulación de la fase gaseosa separada por el primer separador y la circulación de la fracción no condensada separada por el segundo separador, en dirección de una primera salida del rectificador que evacua fuera del rectificador una mezcla realizada en el dispositivo de unión entre la fase líquida separada por el primer separador y la fracción condensada separada por el segundo separador.

El dispositivo de unión está configurado preferentemente para mantener una columna de líquido formada en su totalidad o en parte por la fracción condensada separada por el segundo separador, estando dicha columna de líquido en comunicación fluida con la fase líquida separada por el primer separador.

El segundo separador puede estar dispuesto más arriba que el primer separador, siendo la diferencia de altitud entre los primer y segundo separadores superior a la altura de dicha columna de líquido.

La diferencia de altitud entre los primer y segundo separadores es preferentemente superior a la altura de dicha columna de líquido calculada por la siguiente fórmula:

ES 2 737 473 T3

$$h = \frac{g \cdot \left(\rho_{12} \cdot \Delta z_{12} - \left(\frac{\rho_{12} + \rho_{34}}{2} \right) \cdot \Delta z_{23} - \rho_{34} \cdot \Delta z_{34} \right) + \Lambda_{12} \cdot \frac{L_{12}}{D_{h-12}} \cdot \frac{\rho_{12} \cdot u_{12}^2}{2} + \Delta P_{intercambiador} - \frac{\rho_{12} \cdot u_{12}^2}{2} + \frac{\rho_{34} \cdot u_{34}^2}{2}}{\rho_{líquido} \cdot g}$$

donde h es la altura de la columna líquida entre la superficie libre de la fracción condensada separada por el segundo separador y la superficie libre de la fase líquida separada por el primer separador, g es la constante gravitacional, ρ_{12} es la masa volumétrica en kg/m^3 de la fase gaseosa situada entre la superficie libre de la fase líquida separada por el primer separador y la entrada del condensador, Δz_{12} es la diferencia de altitud entre la superficie libre de la fase líquida separada por el primer separador y la entrada del condensador, Λ_{12} es el coeficiente de fricción viscosa y L_{12} es la distancia entre la superficie libre de la fase líquida separada por el primer separador y la entrada del condensador, D_{h-12} es el diámetro del conducto de enlace entre el primer separador y el condensador, u_{12} es la velocidad de fluencia de la fase gaseosa entre el primer separador y el condensador, Δz_{23} es la diferencia de altitud entre la entrada y la salida del condensador, $\Delta P_{intercambiador}$ es la pérdida de carga experimentada a través del condensador, ρ_{34} es la masa volumétrica en kg/m^3 y u_{34} es la velocidad de fluencia de la fracción no condensada entre la salida del condensador y la superficie libre de la fracción condensada en la cúspide de la columna de líquido, Δz_{34} es la diferencia de altitud entre la salida del condensador y la superficie libre de la fracción condensada en la cúspide de la columna de líquido, $\rho_{líquido}$ es la masa volumétrica en kg/m^3 de la fase líquida separada por el primer separador y de la fracción condensada separada por el segundo separador.

La diferencia de altitud entre los primer y segundo separadores puede ser, en concreto, superior a la altura de dicha columna de líquido estimada por la siguiente ecuación:

$$h \approx \frac{\Lambda_{12} \cdot \frac{L_{12}}{D_{h-12}} \cdot \frac{\rho_{12} \cdot u_{12}^2}{2} + \Delta P_{intercambiador}}{\rho_{líquido} \cdot g}$$

El condensador puede estar dispuesto más arriba que la base de los primer y segundo separadores.

El rectificador comprende preferentemente una segunda salida distinta de la primera salida y que evacua fuera del rectificador la fracción no condensada separada por el segundo separador.

El primer separador puede estar constituido por un primer separador en el que la separación entre las partes gaseosa y líquida del fluido de entrada se practica por gravedad, estando dicho primer separador lleno en una parte inferior por la fase líquida separada por gravedad y en una parte superior por la fase gaseosa separada por gravedad, comprendiendo el primer separador:

- al menos una primera abertura de entrada habilitada sobre una cara lateral del primer separador y que desemboca en el primer separador,
- al menos una primera abertura de salida habilitada en la parte inferior del primer separador, que desemboca en el primer separador y que asegura la fluencia fuera del primer separador únicamente de la fase líquida separada por gravedad en el primer separador,
- y al menos una segunda abertura de salida habilitada en la parte superior del primer separador, que desemboca en el primer separador y que asegura la fluencia fuera del primer separador únicamente de la fase gaseosa separada por gravedad en el primer separador.

El rectificador comprende preferentemente:

- un primer conducto de enlace, en concreto, sustancialmente horizontal, dispuesto entre la entrada del rectificador y la primera abertura de entrada del primer separador y en el que circula el fluido de entrada,
- un segundo conducto de enlace, en concreto, sustancialmente vertical, dispuesto entre la segunda abertura de salida del primer separador y una entrada del condensador y en el que circula la fase gaseosa separada por gravedad en el primer separador.

El segundo separador puede estar constituido por un segundo separador distinto del primer separador, en el que la separación entre la fracción condensada y la fracción restante no condensada por el condensador se practica por gravedad, comprendiendo dicho segundo separador:

- al menos una abertura de entrada habilitada sobre una cara lateral del segundo separador y que desemboca en el segundo separador,
- al menos una primera abertura de salida habilitada en una parte inferior del segundo separador, que desemboca en el segundo separador,
- y al menos una segunda abertura de salida habilitada en una parte superior del segundo separador, que desemboca en el segundo separador y que asegura la fluencia fuera del segundo separador únicamente de la fracción no condensada separada por gravedad en el segundo separador.

El rectificador puede comprender ventajosamente:

- un tercer conducto de enlace, en concreto, sustancialmente horizontal, que une una salida del condensador, en concreto, situada más abajo que la entrada del condensador, a la abertura de entrada del segundo separador, en el que las fracciones condensada y no condensada por el condensador circulan conjuntamente,
- un cuarto conducto de enlace dispuesto entre la segunda salida del rectificador y la segunda abertura de salida del segundo separador, en el que circula la fracción no condensada separada por gravedad en el segundo separador.

El dispositivo de unión comprende preferentemente:

- un quinto conducto de enlace, en concreto, sustancialmente vertical en la proximidad del primer separador, dispuesto entre la primera salida del rectificador y la primera abertura de salida del primer separador, en el que circula la fase líquida separada por gravedad hacia el primer separador,
- un sexto conducto de enlace, en concreto, sustancialmente vertical en la proximidad del segundo separador, que se extiende desde la primera abertura de salida del segundo separador hasta ya sea un punto de conexión al quinto conducto de enlace situado más abajo que el primer separador, ya sea una segunda abertura de entrada del primer separador que desemboca en el primer separador.

Preferentemente, el sexto conducto de enlace está enlazado al quinto conducto de enlace, el dispositivo de unión comprende un sistema de succión, en concreto, por un efecto de Venturi, habilitado en dicho punto de conexión y configurado para succionar la fracción condensada separada por el segundo separador en el interior del sexto conducto de enlace en un sentido opuesto al segundo separador.

La segunda abertura de entrada del primer separador puede estar habilitada en la parte inferior del primer separador para desembocar en el primer separador por debajo de la superficie libre de la fase líquida separada por gravedad en el primer separador y contenida en la parte inferior del primer separador.

La segunda abertura de entrada del primer separador puede estar habilitada en la parte superior del primer separador y el sexto conducto de enlace puede prolongarse en el interior del primer separador más allá de la segunda abertura de entrada del primer separador, hasta desembocar por debajo de la superficie libre de la fase líquida separada por gravedad en el primer separador y contenida en la parte inferior del primer separador.

El sexto conducto de enlace comprende preferentemente un estrechamiento local de sección, lineal o puntual, en concreto, en la proximidad del segundo separador.

La sección de paso del primer separador y/o del quinto conducto de enlace se puede dimensionar de modo que la fase líquida separada por gravedad en el primer separador forme un efecto de tapón para la fase gaseosa separada por gravedad en el primer separador, en dirección de la primera salida del rectificador.

La sección de paso del segundo separador y/o del sexto conducto de enlace se puede dimensionar de modo que la fracción condensada separada por gravedad en el segundo separador forme un efecto de tapón para la fracción no condensada separada por gravedad en el segundo separador, en dirección de la primera salida del rectificador.

El condensador puede estar constituido, en concreto, por un intercambiador térmico.

Por último, otro aspecto se refiere a una máquina termodinámica de absorción que comprende al menos un rectificador de este tipo.

Breve descripción de los dibujos

Otras ventajas y características se desprenderán más claramente de la descripción que va a seguir de modos particulares de realización de la invención dados a título de ejemplos no limitativos y representados en los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente una máquina termodinámica de absorción dotada de un ejemplo de rectificador según la invención,
- la figura 2 es un diagrama funcional del rectificador,
- la figura 3 representa en corte vertical un primer modo de realización del rectificador según la invención,
- las figuras 4 y 5 representan en corte vertical un segundo modo de realización del rectificador según la invención,
- y las figuras 6 y 7 representan en corte vertical un tercer modo de realización del rectificador según la invención.

Descripción de modos preferidos de la invención

La invención descrita más adelante con referencia a las figuras 1 a 7 se refiere a un rectificador 10 (figuras 2 a 7) para una máquina termodinámica de absorción, así como a una máquina termodinámica de absorción (figura 1) que comprende al menos un rectificador 10 de este tipo.

Con referencia a la figura 1, la máquina termodinámica por absorción combina la utilización de primer y segundo fluidos respectivamente absorbente y refrigerante. Implementa una transferencia de masa por absorción del refrigerante (constituido, por ejemplo, por amoníaco) hacia el absorbente (constituido, por ejemplo, por agua) realizada en un
 5 absorbedor 2. El refrigerante llega al absorbedor 2 en el estado gaseoso o casi totalmente gaseoso. La máquina de absorción utiliza la pareja de fluidos formada por el refrigerante y el absorbente, permitiendo este último transportar el refrigerante de la baja presión a la alta presión del circuito termodinámico. La solución procedente del absorbedor 2 se transfiere hacia un generador 1. Preferentemente, se prevé una bomba entre el generador 1 y el absorbedor 2 para la circulación fluida. En el generador 1, la solución correspondiente a la mezcla entre el refrigerante y el absorbente
 10 después de absorción, se calienta, por ejemplo, gracias a un aporte de energía solar, que realiza una desorción entre el refrigerante y el absorbente y que proporciona una fuerza motriz para el circuito refrigerante.

A la salida del generador 1, el fluido identificado como F1 es de dos fases, que consta de una fase líquida F2 y una fase gaseosa F3 y se transfiere hacia el rectificador 10. De este modo, el fluido F1 se nombra como el "fluido de
 15 entrada" del rectificador 10. La fase líquida F2 está constituida esencialmente por absorbente. La fase gaseosa F3 está constituida esencialmente por refrigerante, pero puede constar de unas cantidades no deseadas de absorbente.

Dicho de otra manera, el refrigerante en el estado gaseoso correspondiente a la mayoría de la fase gaseosa F3 del fluido de entrada F1, como continuación de la desorción, circula, a continuación, en el circuito de refrigeración que comprende, en concreto, una asociación en serie de un condensador 3, de un regulador 4 y de un evaporador 5. Después de haber atravesado el circuito convencional de refrigeración, el refrigerante es absorbido de nuevo por el absorbente dentro del absorbedor 2, antes de regresar hacia al generador 1. Por el contrario, como continuación a la desorción realizada en el generador 1, el absorbente se dirige en el estado líquido hacia el absorbedor 2, lo que
 20 corresponde a la mayoría de la fase líquida F2 del fluido de entrada F1.

De este modo, el rectificador 10 está destinado a ser implantado aguas abajo del generador 1 que realiza la desorción entre el refrigerante y el absorbente utilizados por la máquina. Esta desorción tiene como efecto formar el fluido de entrada F1 de dos fases a la salida del generador 1, implantado él mismo aguas abajo del absorbedor 2 que realiza la absorción del refrigerante por el absorbente. Aguas abajo del generador 1, por lo tanto, el rectificador 10 debe cumplir una función que consiste en separar el fluido de entrada F1 que recibe a su entrada E para permitir, después de separación, dirigir una parte de la fase gaseosa F3 separada de este modo hacia el circuito de refrigeración de la máquina y su fase líquida F2 separada de este modo hacia un circuito de retorno de líquidos formados por absorbente hacia el absorbedor 2.
 25

El rectificador 10 comprende una primera salida S1 para la salida de los líquidos fuera del rectificador 10 y una segunda salida S2 distinta de la primera salida S1, para la salida de los gases fuera del rectificador 10. Por lo tanto, la primera salida S1 está unida al circuito de retorno de los líquidos hacia el absorbedor 2. La segunda salida S2 está unida al circuito de refrigeración de la máquina.
 30

Con referencia a la figura 2, el rectificador 10 toma a su entrada E el fluido de entrada F1 que proviene del generador 1. El fluido de entrada F1 se compone de la fase gaseosa F3 (constituido esencialmente por refrigerante) y de la fase líquida F2 (constituido esencialmente por absorbente).
 35

El rectificador 10 comprende los siguientes elementos distintos:
 40

- un primer separador 11 que asegura una separación entre la fase líquida F2 y la fase gaseosa F3 del fluido de entrada F1,
- un condensador 12 que condensa una fracción F5 de la fase gaseosa F3 previamente separada por el primer separador 11,
- un segundo separador 13 que asegura una separación entre la fracción condensada F5 previamente por el condensador 12 y una fracción restante no condensada F6 por el condensador 12.
 45

El fluido identificado como F4 en las figuras 1 y 2 en la salida del condensador 12 es, por lo tanto, de tipo de dos fases y corresponde a la fluencia conjunta de las fracciones condensada F5 y no condensada F6. El segundo separador 13 sirve para separar este fluido F4, con el fin de separar las fracciones condensada F5 y no condensada F6. La segunda salida S2 del rectificador 10 es alimentada por la fracción no condensada F6 y evacua fuera del rectificador 10 la fracción no condensada F6 separada por el segundo separador 13.
 50

Por otra parte, el rectificador 10 comprende un dispositivo de unión (figura 3) que une los primer y segundo separadores 11, 13 y configurado para formar un sifón para la fase líquida F2 separada por el primer separador 11 y para la fracción condensada F5 separada por el segundo separador 13. El dispositivo de unión pone en comunicación la fracción condensada F5 y la fase líquida F2 y permite mezclarlas. La primera salida S1 del rectificador 10 es alimentada por esta mezcla identificada como F7 entre los fluidos F2 y F5 para, a continuación, alimentar el circuito de retorno de líquidos hacia el absorbedor 2.
 55

De lo que antecede se desprende que:
 60

- la "fase gaseosa" identificada como F3 es esencialmente refrigerante, con una posibilidad de trazas involuntarias de absorbente,
- la "fase líquida" identificada como F2 es esencialmente absorbente bajo forma líquida,
- 5 - la "fracción condensada" identificada como F5 está constituida por unos condensados líquidos formados esencialmente por absorbente previamente contenido en la fase gaseosa F3,
- y la "fracción no condensada" F6 es esencialmente refrigerante bajo forma gaseosa.

10 Ventajosamente, en los tres modos de realización detallados a continuación, el primer separador 11 está constituido por un primer separador en el que la separación entre las partes gaseosa y líquida F2, F3 del fluido de entrada F1 se practica por gravedad. Este primer separador se llena en una parte inferior por la fase líquida F2 separada por gravedad y en una parte superior por la fase gaseosa F3 separada por gravedad. El primer separador comprende:

- 15 - al menos una primera abertura de entrada 111 habilitada sobre una cara lateral del primer separador y que desemboca en el primer separador,
- al menos una primera abertura de salida 112 habilitada en la parte inferior del primer separador, que desemboca en el primer separador y que asegura la fluencia fuera del primer separador únicamente de la fase líquida F2 separada por gravedad en el primer separador,
- 20 - y al menos una segunda abertura de salida 113 habilitada en la parte superior del primer separador, que desemboca en el primer separador y que asegura la fluencia fuera del primer separador únicamente de la fase gaseosa F3 separada por gravedad en el primer separador.

25 El flujo de dos fases de entrada F1 que entra en el rectificador 10 proviene de la parte llamada de "alta presión" de la máquina de absorción siendo puesto en movimiento por el empuje de una bomba hidráulica situada aguas arriba, no representada. Igualmente, hay un efecto de aceleración del flujo en el generador 1 por el hecho de la evaporación parcial del fluido.

30 La primera función del rectificador 10, mediante su primer separador, es, por lo tanto, ralentizar el flujo de dos fases de entrada F1 para separar sus dos partes F2, F3 presentes explotando la fuerza por gravedad. La primera abertura de salida 112 está situada sobre un circuito hidráulico que dispone aguas abajo de una válvula de laminación. La segunda abertura de salida 113 está situada sobre un circuito hidráulico que dispone aguas abajo de un regulador 4 que da al circuito de baja presión de la máquina. Por lo tanto, hay un fenómeno de succión sobre estas dos aberturas de salida.

35 La segunda función del rectificador 10, mediante su primer separador, es separar propiamente dicho las fases líquida F2 y gaseosa F3 del fluido de entrada F1 que proviene del generador 1, por la utilización únicamente de la gravedad.

40 Un primer conducto de enlace 15, en concreto, sustancialmente horizontal, está dispuesto entre la entrada E del rectificador 10 y la primera abertura de entrada 111 del primer separador. El fluido de entrada F1 circula en este conducto 15. Por otra parte, un segundo conducto de enlace 16, en concreto, sustancialmente vertical, está dispuesto entre la segunda abertura de salida 113 del primer separador y una entrada 121 del condensador 12. Únicamente la fase gaseosa F3 separada por gravedad en el primer separador circula en este conducto 16.

45 Para ralentizar el fluido de entrada F1, el primer separador tiene como efecto agrandar la sección de paso para el fluido que se vierte ahí. Permite crear un volumen tal que la fase gaseosa F3 tenga una velocidad generalmente inferior a 0,5 m/s, preferentemente inferior a 0,1 m/s. La abertura de entrada 111 del primer separador está habilitada, en concreto, a media altura del primer separador. En este primer separador 11, se mantiene un nivel de líquido F2 constante ajustando la válvula de laminación situada aguas abajo de la salida S1, sobre la línea de retorno de líquidos hacia el absorbedor. Esto permite mantener un efecto de "tapón" líquido para la fase gaseosa F3 de una manera descrita con más detalle más adelante, al mismo tiempo que se evita que el líquido de la parte F2 se desborde fuera del primer separador por la abertura de salida 113. La presión en la superficie libre de la fase líquida F2 en este primer separador 11 se anota como P1. El primer separador ventajosamente no incluye ninguna implementación particular en el interior. Su volumen puede ser muy escaso reduciendo su altura, puesto que no hay función de intercambio. Por lo tanto, se trata ventajosamente de una pieza de calderería convencional cuya producción industrial no plantea problema particular.

55 La fase gaseosa F3 separada por el primer separador 11 debe ser rectificada, a continuación, es decir, enfriada y parcialmente condensada a través del condensador 12.

60 El condensador 12 puede estar constituido ventajosamente por un intercambiador térmico y está obligatoriamente dispuesto más arriba que la línea de base de los primer y segundo separadores 11, 13. Entonces, utiliza un fluido identificado como F8 en intercambio térmico con la fase gaseosa F3 y con las fracciones condensada F5 y no condensada F6. Se trata, por ejemplo, de un intercambiador de placas industrial de pequeño tamaño con respecto a los otros intercambiadores térmicos utilizados en la máquina termodinámica de absorción. Esto es posible gracias a la externalización de la función de rectificación con respecto al separador. En efecto, se recuerda que, contrariamente a la técnica anterior, los primer y segundo separadores 11, 13 son unos elementos distintos del condensador 12. No

obstante, se puede considerar cualquier otro órgano condensador. No obstante, se tendrá cuidado de verificar que la fase líquida F2 procedente de la separación realizada en el primer separador 11 no sea enfriada por el condensador 12.

5 El condensador 12 comprende una salida 122, en concreto, situada más abajo que la entrada 121 del condensador 12, con una fluencia fluida por gravedad en el condensador 12. La salida 122 permite la fluencia del fluido F4 fuera del condensador 12.

10 La presión del fluido a la entrada 121 del condensador 12 se anota como P2, que es inferior a la presión P1 debido a las pérdidas de carga por fricción que dependen del cuadrado de la velocidad del fluido F3 y del trabajo de las fuerzas de gravedad que dependen de la masa volumétrica multiplicada por la diferencia de altitud y por la aceleración de la pesadez (o constante de gravedad anotada convencionalmente como "g").

15 De este modo, se ha demostrado la siguiente ecuación 1 que vincula P1 y P2:

$$P2 = P1 - \rho_{12} \cdot g \cdot \Delta z_{12} - \Lambda_{12} \cdot \frac{L_{12}}{D_{h-12}} \cdot \frac{\rho_{12} \cdot u_{12}^2}{2}$$

20 Donde g es la constante gravitacional en m.s⁻², ρ₁₂ es la masa volumétrica en kg/m³ de la fase gaseosa F3 situada entre la superficie libre de la fase líquida F2 separada por el primer separador 11 y la entrada 121 del condensador 12, Δz₁₂ es la diferencia de altitud en m entre la superficie libre de la fase líquida F2 separada por el primer separador 11 y la entrada 121 del condensador 12, Λ₁₂ es el coeficiente de fricción viscosa sin unidad y L₁₂ es la distancia en m entre la superficie libre de la fase líquida F2 separada por el primer separador 11 y la entrada 121 del condensador 12, D_{h-12} es el diámetro hidráulico en m del conducto de enlace 16 entre el primer separador 11 y el condensador 12, u₁₂ es la velocidad de fluencia en m.s⁻¹ de la fase gaseosa F3 entre el primer separador 11 y el condensador 12.

25 En todos los casos, la tercera función del rectificador 10, mediante el condensador 12, es realizar una condensación parcial de la fase gaseosa F3 separada por el primer separador 11, para recuperar lo más posible de absorbente contenido todavía en la fase gaseosa F3 previamente separada por el primer separador 11.

30 La presión del fluido F4 a la salida 122 del condensador 12 se anota como P3 que es inferior a P2 debido a la pérdida de carga dentro del condensador 12, pero la gravedad y la ralentización del flujo moderan este desvío de presión. Se ha demostrado que la siguiente ecuación 2 vincula P2 y P3 como primera aproximación, utilizando una densidad media para el término de gravedad:

$$35 \quad P3 = P2 - \Delta P_{intercambiador} + \left(\frac{\rho_{12} + \rho_{34}}{2} \right) \cdot g \cdot \Delta z_{23} + \frac{\rho_{12} \cdot u_{12}^2}{2} - \frac{\rho_{34} \cdot u_{34}^2}{2}$$

40 Donde Δz₂₃ es la diferencia de altitud en m entre la entrada 121 y la salida 122 del condensador 12, ΔP_{intercambiador} es la pérdida de carga en Pa experimentada a través del condensador 12, ρ₃₄ es la masa volumétrica en kg/m³ y u₃₄ es la velocidad de fluencia en m.s⁻¹ de la fracción no condensada F6 entre la salida 122 del condensador 12 y la superficie libre de la fracción condensada F5 en la cúspide de la columna de líquido.

45 Ventajosamente, en los tres modos de realización ilustrados, el segundo separador 13 está constituido por un segundo separador distinto del primer separador, en el que la separación entre la fracción condensada F5 y la fracción restante no condensada F6 por el condensador 12 se practica por gravedad. El segundo separador comprende:

- al menos una abertura de entrada 131 habilitada sobre una cara lateral del segundo separador y que desemboca en el segundo separador,
- al menos una primera abertura de salida 132 habilitada en una parte inferior del segundo separador, que desemboca en el segundo separador,
- 50 - y al menos una segunda abertura de salida 133 habilitada en una parte superior del segundo separador, que desemboca en el segundo separador y que asegura la fluencia fuera del segundo separador únicamente de la fracción no condensada F6 separada por gravedad en el segundo separador.

55 La cuarta función del rectificador 10, mediante el segundo separador 13, es separar propiamente dicho las fracciones condensada F5 y no condensada F6 a la salida del condensador 12, por la utilización únicamente de la gravedad.

La quinta función del rectificador 10, mediante su dispositivo de unión, es mezclar la fase líquida F2 separada en el primer separador 11 con la fracción condensada F5 separada por el segundo separador 13. Esta mezcla interviene antes de la salida del rectificador 10.

60 Un tercer conducto de enlace 17, por ejemplo, sustancialmente horizontal o descendente en dirección del segundo separador, une la salida 122 del condensador 12 a la abertura de entrada 131 del segundo separador. Las fracciones condensada y no condensada F5, F6 por el condensador 12 circulan conjuntamente en este conducto 17 y constituyen

el fluido identificado como F4 de dos fases. Por otra parte, un cuarto conducto de enlace 18 está dispuesto entre la segunda salida S2 del rectificador 10 y la segunda abertura de salida 133 del segundo separador. La fracción no condensada F6 separada por gravedad en el segundo separador circula en este cuarto conducto 18.

5 Como hipótesis simplificadora, el flujo líquido F5 condensado en la salida del condensador 12 no se tiene en cuenta para el cálculo de p_{34} , cuando este término interviene en los términos de gravedad y de velocidad. En efecto, la fracción condensada F5 no genera variación de presión significativa, puesto que es ya sea un régimen de fluencia de pared de fuerte fricción que limita su velocidad en el tercer conducto, ya sea es impulsada por la fracción no condensada gaseosa F6 muy fuertemente mayoritaria en volumen.

10 En los tres modos de realización, el dispositivo de unión comprende un quinto conducto de enlace 19 dispuesto entre la primera salida S1 del rectificador 10 y la primera abertura de salida 112 del primer separador. Es, en concreto, sustancialmente vertical en la proximidad del primer separador y permite la circulación de la fase líquida F2 separada por gravedad en el primer separador en dirección de la primera salida S1. El dispositivo de unión también comprende un sexto conducto de enlace 20 que se extiende desde la primera abertura de salida 132 del segundo separador hasta:

- ya sea un punto de conexión P al quinto conducto de enlace 19 situado más abajo que el primer separador (lo que corresponde al segundo modo de realización de la figura 4),
- ya sea una segunda abertura de entrada 114 del primer separador que desemboca en el primer separador (lo que corresponde al primer modo de realización de la figura 3 o al tercer modo de realización de la figura 6).

El sexto conducto de enlace 20 es, en concreto, sustancialmente vertical en la proximidad del segundo separador al que está enlazado.

25 En el primer modo de realización de la figura 3, la segunda abertura de entrada 114 del primer separador está habilitada en la parte inferior del primer separador para desembocar en el primer separador por debajo de una superficie libre de la fase líquida F2 separada por gravedad en el primer separador y contenida en la parte inferior del primer separador.

30 La "superficie libre" de la fase líquida F2 en el primer separador corresponde a la interfaz entre la fase líquida F2 y la fase gaseosa F3 contenidas conjuntamente en el primer separador respectivamente en la parte inferior y en la parte superior del primer separador.

35 Por el contrario, en el tercer modo de realización de la figura 6, la segunda abertura de entrada 114 del primer separador está habilitada en la parte superior del primer separador, por encima de la superficie libre de la fase líquida F2. El sexto conducto de enlace 20 se prolonga en el interior del primer separador más allá de la segunda abertura de entrada 114 del primer separador, hasta desembocar por debajo de la superficie libre de la fase líquida F2 separada por gravedad en el primer separador y contenida en la parte inferior del primer separador.

40 En cada uno de los tres modos de realización, al menos una parte del quinto conducto de enlace 19 y/o del sexto conducto de enlace 20 se extiende por debajo de la superficie libre de la fase líquida F2 separada por gravedad en el primer separador y contenida en la parte inferior del primer separador. Esto favorece el efecto de sifón formado por el dispositivo de unión.

45 Ventajosamente, el conjunto está configurado para que la sección de paso del primer separador y/o del quinto conducto de enlace 19 esté dimensionada de modo que la fase líquida F2 separada por gravedad en el primer separador forme un efecto de tapón para la fase gaseosa F3 separada por gravedad en el primer separador, en dirección de la primera salida S1 del rectificador 10.

50 Como complemento, el conjunto está configurado para que la sección de paso del segundo separador y/o del sexto conducto de enlace 20 esté dimensionada ventajosamente de modo que la fracción condensada F5 separada por gravedad en el segundo separador forme un efecto de tapón para la fracción no condensada F6 separada por gravedad en el segundo separador, en dirección de la primera salida S1 del rectificador 10.

55 Estos dos efectos de tapones para los gases contenidos en los primer y segundo separadores favorecen la constitución del sifón formado por el dispositivo de unión. Esto corresponde a una sexta función del rectificador 10. De este modo, el dispositivo de unión pone en comunicación fluida la fase líquida F2 separada por el primer separador 11 y la fracción condensada F5 separada por el segundo separador 13 de una manera que bloquea cualquier circulación de la fase gaseosa F3 separada por el primer separador 11 a través del dispositivo de unión y cualquier circulación de la fracción no condensada F6 separada por el segundo separador 13 a través del dispositivo de unión. Estando el dispositivo de unión en comunicación con la primera salida S1, permite inhibir la circulación de la fase gaseosa F3 separada por el primer separador 11 y la circulación de la fracción no condensada F6 separada por el segundo separador 13, en dirección de la primera salida S1.

65 En los tres modos de realización, el dispositivo de unión está configurado para mantener una columna de líquido 23 formada en su totalidad o en parte por la fracción condensada F5 separada por el segundo separador 13. La columna de líquido 23 está en comunicación fluida con la fase líquida F2 separada por el primer separador 11. El segundo

separador 13 está dispuesto más arriba que el primer separador 11 gracias a un diseño adaptado del dispositivo de unión, siendo este último tal que la diferencia de altitud entre los primer y segundo separadores 11, 13 es superior a la altura h de la columna de líquido 23. Estas disposiciones favorecen la constitución del sifón formado por el dispositivo de unión. Se trata de una séptima función del rectificador 10.

5 En el segundo modo de realización donde el sexto conducto de enlace 20 está unido a un punto de conexión P del quinto conducto 19 situado más abajo que el primer separador, el sexto conducto 20 se llena por la columna de líquido 23. Las ventajas de este modo de realización son que el trabajo de calderería sobre el primer separador 11 se simplifica. Por el contrario, es suficiente con adicionar una te de enlace entre los quinto y sexto conductos 19, 20, siendo una te de este tipo muy convencional en tubería y poco costosa. Por otra parte, la parte horizontal del quinto conducto 19 está recorrida por el flujo líquido principal, lo que favorece el impulso de eventuales bolsas de gas por el hecho del caudal líquido importante.

15 Es conveniente precisar que la alimentación del quinto conducto 19 en la parte inferior del primer separador 11 debe ser líquida. En caso de desactivación del líquido F2 y si una bolsa de gas circula aguas abajo del primer separador 11 en el quinto conducto 19, este gas no volverá a subir necesariamente en la columna 23 para ser evacuado, lo que es susceptible de alterar la válvula de laminación sobre el circuito de retorno normalmente líquido aguas abajo del rectificador 10 y alimentado por la primera salida S1. Por otra parte, el caudal de la fracción condensada F5 en el rectificador 10 es, generalmente, al menos diez veces inferior al caudal de la fase líquida F2. La aceleración del flujo constatado crea un efecto de depresión en la confluencia en el punto P, lo que tiende a bajar la altura de la columna de líquido 23. Se ha mostrado que este efecto es del orden del milímetro, por lo tanto, poco importante cuando las secciones de los conductos 19, 20 son idénticas.

25 Las ventajas del tercer modo de realización donde el sexto conducto 20 se extiende en el interior del primer separador más allá de la abertura de entrada 114, son, por el contrario, las siguientes:

- el rectificador 10 no puede contener bolsa de gas, puesto que no hay ninguna tubería horizontal entre el primer separador y la columna de líquido 23,
- el riesgo de desactivación de la columna de líquido 23 es muy reducido, en tanto en cuanto que el nivel de la fase líquida F2 en el primer separador 11 es suficiente,
- los trabajos de calderería son simples.

35 La presión de la fracción condensada F5 en la cúspide de la columna de líquido 23 se anota como P4. La fluencia entre los puntos del rectificador 10 correspondiente a las presiones P3 y P4 es principalmente por gravedad para la fracción líquida condensada F5. La fracción gaseosa no condensada F6 aumenta ligeramente de presión debido a la gravedad, pero esto no genera fluencia en la columna de líquido 23, puesto que esta está llena de líquido, que forma, de este modo, el efecto de "tapón". Por el contrario, la fracción no condensada F6 experimenta un efecto de succión por el conducto dirigido hacia el condensador 3 aguas abajo del rectificador 10, ya que aguas abajo del condensador 3, un regulador 4 une el flujo a la parte de baja presión de la máquina.

40 Desdeñando las fricciones viscosas debido a la escasa longitud del conducto 17, se puede demostrar la siguiente ecuación 3 que vincula P3 y P4:

$$45 \quad P4 = P3 + \rho_{34} \cdot g \cdot \Delta z_{34}$$

Donde Δz_{34} es la diferencia de altitud entre la salida 122 del condensador 12 y la superficie libre de la fracción condensada F5 en la cúspide de la columna de líquido 23.

50 Por lo tanto, la columna de líquido 23 se debe dimensionar para compensar el desvío de presión calculado por las ecuaciones anteriores. El desvío de presión entre P1 y P4, desdeñando las fricciones viscosas debido a la muy escasa velocidad del flujo, está dado por la siguiente ecuación 4:

$$P4 = P1 - \rho_{\text{líquido}} \cdot g \cdot h$$

55 donde $\rho_{\text{líquido}}$ es la masa volumétrica en kg/m^3 de la fase líquida F2 separada por el primer separador 11 y de la fracción condensada F5 separada por el segundo separador 13.

60 En función de la naturaleza del refrigerante y del absorbente, el rectificador 10 está diseñado de modo que la diferencia de altitud entre los primer y segundo separadores 11, 13 es superior a la altura h esperada de la columna de líquido 23 calculada por la siguiente ecuación 5:

$$h = \frac{g \cdot \left(\rho_{12} \cdot \Delta z_{12} - \left(\frac{\rho_{12} + \rho_{34}}{2} \right) \cdot \Delta z_{23} - \rho_{34} \cdot \Delta z_{34} \right) + \Lambda_{12} \cdot \frac{L_{12}}{D_{h-12}} \cdot \frac{\rho_{12} \cdot u_{12}^2}{2} + \Delta P_{\text{intercambiador}} - \frac{\rho_{12} \cdot u_{12}^2}{2} + \frac{\rho_{34} \cdot u_{34}^2}{2}}{\rho_{\text{líquido}} \cdot g}$$

donde h es la altura de la columna líquida 23 entre la superficie libre de la fracción condensada F5 separada por el segundo separador 13 y la superficie libre de la fase líquida F2 separada por el primer separador 11.

La ecuación 5 se establece a partir de las ecuaciones 1 a 4 anteriores.

5 La "superficie libre" de la fracción condensada F5 en el sexto conducto de enlace 20 o en el segundo separador corresponde a la interfaz entre la fracción condensada F5 y la fracción no condensada F6 contenidas conjuntamente ya sea en el sexto conducto de enlace 20, ya sea en el segundo separador.

10 Se ha realizado una aplicación digital para las siguientes condiciones:

Magnitud	unidad	valor
T_{12}	°C	76
T_{34}	°C	51,3
P1	bar	11,76
X_{12} (gas)	kg _{NH3} /kg	0,985
x_{34} (gas)	kg _{NH3} /kg	0,9978
x_{14} (líquido)	kg _{NH3} /kg	0,6316
ΔZ_{12}	m	1
ΔZ_{23}	m	0,157
u_{12}	m/s	7,58
u_{34}	m/s	6,90
$D_{h12}=D_{h34}$	m	0,01
ΔP intercambiador	Pa	4.500

15 Donde T_{12} es la temperatura entre los puntos de presión P1 y P2, T_{34} es la temperatura entre los puntos de presión P3 y P4, x_{12} es el porcentaje de refrigerante en la fase gaseosa F3 entre los puntos de presión P1 y P2, x_{34} es el porcentaje de refrigerante en la fracción no condensada F6 entre los puntos de presión P3 y P4, x_{14} es el porcentaje de absorbente en el líquido entre los puntos de presión P1 y P4 y D_{h34} es el diámetro hidráulico del tercer conducto de enlace 17.

20 Aplicando estas condiciones, se ha simulado que la altura h es igual a 0,684 m. De este modo, el rectificador 10 funciona para cualquier diferencia de altitud entre los primer y segundo separadores 11 y 13 superior a esta altura h.

25 La aplicación digital permite mostrar que el término por gravedad del gas en el numerador de la ecuación 5 es escaso con respecto a los otros términos. Por otra parte, muestra que la influencia de la variación de velocidad del flujo sobre la presión es muy escasa. De este modo, la diferencia de altitud entre los primer y segundo separadores 11, 13 debe ser superior a la altura h esperada de la columna de líquido 23 estimada por la siguiente ecuación 6, que es una simplificación de la ecuación 5:

$$h \approx \frac{\Lambda_{12} \cdot \frac{L_{12}}{D_{h-12}} \cdot \frac{\rho_{12} \cdot u_{12}^2}{2} + \Delta P_{intercambiador}}{\rho_{líquido} \cdot g}$$

30 De este modo, para una máquina bien dimensionada, cualquiera que sea su potencia, la velocidad u y la $\Delta P_{intercambiador}$ tienen unos valores relativamente constantes y, por lo tanto, este es el caso, igualmente, de la altura h.

35 Un condensador 12 que utiliza un intercambiador de placas paralelas, tal como se representa no es limitativo. La pérdida de carga de este intercambiador puede influir fuertemente sobre la altura h necesaria. Por lo tanto, se puede seleccionar este componente sobre un criterio económico, por ejemplo, en tanto en cuanto que se logran los rendimientos térmicos, sabiendo que se trata, en general, del intercambiador más pequeño de la máquina de absorción.

40 El segundo modo de realización puede implementar una variante (figura 5) donde el dispositivo de unión 19, 20 comprende ventajosamente un sistema de succión 14, en concreto, por un efecto de Venturi, habilitado en el punto de conexión P y configurado para succionar la fracción condensada F5 separada por el segundo separador 13 en el interior del sexto conducto de enlace 20 en un sentido opuesto al sentido que conduce al segundo separador.

Un sistema de succión 14 de este tipo permite disminuir la altura h de la columna de líquido 23 con la finalidad de aumentar la compacidad del rectificador 10. Para disminuir esta altura h , el sistema de succión 14 permite crear un efecto de succión en la base de la columna de líquido 23.

Las ventajas de la disposición de un sistema de succión 14 de este tipo son las siguientes:

- una reducción de la altura h de la columna de líquido 23 necesaria, por lo tanto, el espacio necesario global del rectificador 10 se puede mejorar,
- en el caso donde la máquina de absorción funcione a potencia variable, los caudales fluidos deben poder variar en función: en ausencia del sistema 14, cuando el caudal aumenta, las pérdidas de carga relacionadas con el refrigerante aumentan y, por lo tanto, la altura h de la columna 23 aumenta para compensarlas; por el contrario, la succión debida al sistema 14 reduce la altura h de la columna 23 en unas proporciones comparables, lo que estabiliza la altura h , en concreto, en el caso donde los caudales líquido y gaseoso están correlacionados, que mejora la compacidad, así como la flexibilidad a nivel del punto de funcionamiento de la máquina de absorción,
- la pérdida de presión estática del sistema 14 sigue siendo limitada y no molesta en el marco de la absorción bajo presión, ya que se coloca aguas arriba de una válvula de laminación ajustable.

La variación de presión dinámica $\Delta P_{\text{venturi}}$ expresada en Pa a través del sistema 14 de efecto Venturi está dada por la siguiente ecuación 7:

$$\Delta P_{\text{venturi}} = \frac{q_m^2}{2 \cdot \rho} \left(\frac{1}{S_1^2} - \frac{1}{S_2^2} \right)$$

Donde S_1 y S_2 son las secciones de paso expresadas en m² respectivamente a nivel de la sección ancha del tubo Venturi y de la sección estrecha del tubo Venturi, q_m es el caudal másico del fluido y ρ su masa volumétrica.

Considerando las mismas condiciones digitales que se han aludido anteriormente, el diámetro del quinto conducto 19 es de 10 mm. Se acepta comúnmente que la relación entre el diámetro pequeño y el diámetro grande del tubo de efecto Venturi debe ser al menos igual a 0,4. Por lo tanto, el diámetro pequeño debe ser superior a 4 mm en el presente ejemplo. Estos dos valores permiten calcular las dos secciones de paso S_1 y S_2 . La masa volumétrica se calcula para el ejemplo no limitativo de una solución saturada de amoníaco y de agua a las temperaturas y a las presiones citadas anteriormente. El caudal másico q_m es de 52,6 kg/h. El valor de la variación de presión dinámica es, entonces, de 835 Pa. Contando con la pérdida de presión estática debida a la forma del cono convergente del tubo de efecto Venturi, la variación de presión total permite disminuir la altura h de la columna de líquido 23 en 0,12 m.

El tercer modo de realización puede implementar una variante (figura 7) donde el sexto conducto de enlace 20 comprende un estrechamiento local de sección lineal 21 (parte de la izquierda de la figura 7) o un estrechamiento local de sección puntual 22 (parte de la derecha de la figura 7), en concreto, en la proximidad del segundo separador.

Esta variante permite evitar la desactivación de la columna de líquido 23 por un flujo gaseoso no deseado. El estrechamiento de sección colocado a lo largo de la columna de líquido 23, en concreto, en la parte de arriba, permite que, en condiciones de desactivación, el flujo gaseoso esté suficientemente frenado en la columna de líquido 23 para que la ruta preferente siga siendo la que pasa por el condensador 12. El estrechamiento de sección está dimensionado de tal modo que la pérdida de carga ocasionada es superior a la constatada sobre el conjunto de la línea que pasa por el condensador 12. La ventaja de esta variante es que el paso del gas en el sexto conducto 20 en caso de ausencia de columna de líquido 23 está fuertemente desfavorecido; para las fases de transición, tal como el arranque de la máquina, esta mejora representa una baza de seguridad de funcionamiento, puesto que esto asegura la circulación de los flujos en el sentido buscado para cada uno de los flujos F2 a F6.

No obstante, un resultado de este tipo puede obtenerse por un dimensionamiento adecuado de la sección de paso del sexto conducto de enlace 20: es posible crear la pérdida de carga buscada en el sexto conducto 20 para un flujo gaseoso eligiendo un diámetro suficientemente pequeño sobre toda su longitud, que permite realizar un dispositivo de unión más simple que la variante que implementa el estrechamiento de sección 21 o 22, sin soldadura o sin enlace suplementario. No obstante, el diámetro del sexto conducto 20 debe ser suficiente para evitar unas nuevas subidas de líquido por capilaridad.

De lo que antecede se desprende que la presente invención consiste en explotar un medio que forma un sifón para realizar conjuntamente la implantación de un condensador que realiza la condensación necesaria para la rectificación sobre la línea gaseosa del circuito refrigerante de la máquina y el drenaje de los condensados creados de este modo hacia el circuito de retorno hacia el absorbedor de la máquina, al mismo tiempo que se aporta una ventaja certera en términos de volumen por componente y no basándose más que en unos componentes simples o industriales. Las dos separaciones sucesivas son particularmente simples de implementar por medio del efecto de la gravedad en los primer y segundo separadores. El sifón creado de este modo entre los dos separadores permite orientar todos los flujos en la dirección deseada, de manera muy simple.

La solución descrita anteriormente, en sus tres modos de realización y sus variantes, presenta las siguientes ventajas suplementarias:

- 5 - todos los componentes ya están industrializados o son fácilmente industrializables,
- el volumen interno de cada componente es particularmente reducido; esto permite beneficiarse de restricciones regulatorias atenuadas a nivel de la directiva europea 97/23-CE,
- la cantidad de fluido contenida en el rectificador es particularmente reducida, lo que representa un factor económico positivo,
- 10 - el mantenimiento necesario es escaso, el rectificador es robusto,
- no hay restricciones particulares para el fluido secundario F8 utilizado en el condensador 12: este puede ser ya sea un fluido externo, ya sea el fluido interno de la máquina, mediante una derivación de una de las ramas,
- la diferencia de altura entre los componentes 11, 12 y 13 se calcula para un caso particular y varía muy poco en función de la potencia de la máquina; la altura h del rectificador 10 es compatible, además, con los diversos tamaños de máquinas que se encuentran comúnmente,
- 15 - se pueden utilizar varios tipos de condensador 12.

REIVINDICACIONES

1. Rectificador (10) para máquina termodinámica de absorción, que comprende una entrada (E) que alimenta el rectificador (10) de un fluido de entrada de dos fases (F1) que tiene una fase líquida (F2) y una fase gaseosa (F3) y formado por una mezcla entre un refrigerante y un absorbente, caracterizado por que el rectificador (10) comprende los siguientes elementos distintos:

- un primer separador (11) que asegura una separación entre la fase líquida (F2) y la fase gaseosa (F3) del fluido de entrada (F1),

- un condensador (12) que condensa una fracción (F5) de la fase gaseosa (F3) separada por el primer separador (11), caracterizado por

- un segundo separador (13) que asegura una separación entre la fracción condensada (F5) por el condensador (12) y una fracción restante no condensada (F6) por el condensador (12),

- y un dispositivo de unión (20) que une los primer y segundo separadores (11, 13) y configurado para formar un sifón para la fase líquida (F2) separada por el primer separador (11) y para la fracción condensada (F5) separada por el segundo separador (13).

2. Rectificador (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de unión (20) pone en comunicación fluida la fase líquida (F2) separada por el primer separador (11) y la fracción condensada (F5) separada por el segundo separador (13) de una manera que bloquea una circulación de la fase gaseosa (F3) separada por el primer separador (11) y una circulación de la fracción no condensada (F6) separada por el segundo separador (13) a través del dispositivo de unión (20).

3. Rectificador (10) según la reivindicación 2, caracterizado por que el dispositivo de unión (20) inhibe la circulación de la fase gaseosa (F3) separada por el primer separador (11) y la circulación de la fracción no condensada (F6) separada por el segundo separador (13), en dirección de una primera salida (S1) del rectificador (10) que evacua fuera del rectificador (10) una mezcla realizada en el dispositivo de unión (20) entre la fase líquida (F2) separada por el primer separador (11) y la fracción condensada (F5) separada por el segundo separador (13).

4. Rectificador (10) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo de unión (20) está configurado para mantener una columna de líquido (23) formada en su totalidad o en parte por la fracción condensada (F5) separada por el segundo separador (13), estando dicha columna de líquido (23) en comunicación fluida con la fase líquida (F2) separada por el primer separador (11) y, opcionalmente, por que el segundo separador (13) está dispuesto más arriba que el primer separador (11), siendo la diferencia de altitud entre los primer y segundo separadores (11, 13) superior a la altura (h) de dicha columna de líquido (23).

5. Rectificador (10) según la reivindicación 4, caracterizado por que la diferencia de altitud entre los primer y segundo separadores es superior a la altura (h) de dicha columna de líquido (23) calculada por la siguiente fórmula:

$$h = \frac{g \cdot \left(\rho_{12} \cdot \Delta z_{12} - \left(\frac{\rho_{12} + \rho_{34}}{2} \right) \cdot \Delta z_{23} - \rho_{34} \cdot \Delta z_{34} \right) + \Lambda_{12} \cdot \frac{L_{12}}{D_{h-12}} \cdot \frac{\rho_{12} \cdot u_{12}^2}{2} + \Delta P_{intercambiator} - \frac{\rho_{12} \cdot u_{12}^2}{2} + \frac{\rho_{34} \cdot u_{34}^2}{2}}{\rho_{liquido} \cdot g}$$

donde h es la altura de la columna líquida (23) entre la superficie libre de la fracción condensada (F5) separada por el segundo separador (13) y la superficie libre de la fase líquida (F2) separada por el primer separador (11), g es la constante gravitacional, ρ_{12} es la masa volumétrica en kg/m³ de la fase gaseosa (F3) situada entre la superficie libre de la fase líquida (F2) separada por el primer separador (11) y la entrada (121) del condensador (12), Δz_{12} es la diferencia de altitud entre la superficie libre de la fase líquida (F2) separada por el primer separador (11) y la entrada (121) del condensador (12), Λ_{12} es el coeficiente de fricción viscosa y L_{12} es la distancia entre la superficie libre de la fase líquida (F2) separada por el primer separador (11) y la entrada (121) del condensador (12), D_{h-12} es el diámetro del conducto de enlace (16) entre el primer separador (11) y el condensador (12), u_{12} es la velocidad de fluencia de la fase gaseosa (F3) entre el primer separador (11) y el condensador (12), Δz_{23} es la diferencia de altitud entre la entrada (121) y la salida (122) del condensador (12), $\Delta P_{intercambiator}$ es la pérdida de carga experimentada a través del condensador (12), ρ_{34} es la masa volumétrica en kg/m³ y u_{34} es la velocidad de fluencia de la fracción no condensada (F6) entre la salida (122) del condensador (12) y la superficie libre de la fracción condensada (F5) en la cúspide de la columna de líquido, Δz_{34} es la diferencia de altitud entre la salida (122) del condensador (12) y la superficie libre de la fracción condensada (F5) en la cúspide de la columna de líquido, $\rho_{liquido}$ es la masa volumétrica en kg/m³ de la fase líquida (F2) separada por el primer separador (11) y de la fracción condensada (F5) separada por el segundo separador (13).

6. Rectificador (10) según una de las reivindicaciones 4 o 5, caracterizado por que la diferencia de altitud entre los primer y segundo separadores (11, 13) es superior a la altura (h) de dicha columna de líquido (23) estimada por la siguiente ecuación:

$$h \approx \frac{\Lambda_{12} \cdot \frac{L_{12}}{D_{h-12}} \cdot \frac{\rho_{12} \cdot u_{12}^2}{2} + \Delta P_{intercambiador}}{\rho_{líquido} \cdot g}$$

- 5 7. Rectificador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el condensador (12) está dispuesto más arriba que la base de los primer y segundo separadores (11, 13) y/o por que el condensador (12) está constituido por un intercambiador térmico.
- 10 8. Rectificador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el rectificador (10) comprende una segunda salida (S2) distinta de la primera salida (S1) y que evacua fuera del rectificador (10) la fracción no condensada (F6) separada por el segundo separador (13).
- 15 9. Rectificador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el primer separador (11) está constituido por un primer separador en el que la separación entre las partes gaseosa y líquida (F2, F3) del fluido de entrada (F1) se practica por gravedad, estando dicho primer separador lleno en una parte inferior por la fase líquida (F2) separada por gravedad y en una parte superior por la fase gaseosa (F3) separada por gravedad, comprendiendo el primer separador:
- 20 - al menos una primera abertura de entrada (111) habilitada sobre una cara lateral del primer separador y que desemboca en el primer separador,
 - al menos una primera abertura de salida (112) habilitada en la parte inferior del primer separador, que desemboca en el primer separador y que asegura la fluencia fuera del primer separador únicamente de la fase líquida (F2) separada por gravedad en el primer separador,
 - y al menos una segunda abertura de salida (113) habilitada en la parte superior del primer separador, que desemboca en el primer separador y que asegura la fluencia fuera del primer separador únicamente de la fase gaseosa (F3) separada por gravedad en el primer separador.
- 25 10. Rectificador (10) según la reivindicación 9, caracterizado por que el rectificador (10) comprende:
- 30 - un primer conducto de enlace (15), en concreto, sustancialmente horizontal, dispuesto entre la entrada (E) del rectificador (10) y la primera abertura de entrada (111) del primer separador y en el que circula el fluido de entrada (F1),
 - un segundo conducto de enlace (16), en concreto, sustancialmente vertical, dispuesto entre la segunda abertura de salida (113) del primer separador y una entrada (121) del condensador (12) y en el que circula la fase gaseosa (F3) separada por gravedad en el primer separador.
- 35 11. Rectificador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que el segundo separador (13) está constituido por un segundo separador distinto del primer separador, en el que la separación entre la fracción condensada (F5) y la fracción restante no condensada (F6) por el condensador (12) se practica por gravedad, comprendiendo dicho segundo separador:
- 40 - al menos una abertura de entrada (131) habilitada sobre una cara lateral del segundo separador y que desemboca en el segundo separador,
 - al menos una primera abertura de salida (132) habilitada en una parte inferior del segundo separador, que desemboca en el segundo separador,
 - y al menos una segunda abertura de salida (133) habilitada en una parte superior del segundo separador, que desemboca en el segundo separador y que asegura la fluencia fuera del segundo separador únicamente de la fracción no condensada (F6) separada por gravedad en el segundo separador.
- 45 12. Rectificador (10) según la reivindicación 11, caracterizado por que el rectificador (10) comprende:
- 50 - un tercer conducto de enlace (17), en concreto, sustancialmente horizontal, que une una salida (122) del condensador (12), en concreto, situada más abajo que la entrada (121) del condensador (12), a la abertura de entrada (131) del segundo separador, en el que las fracciones condensada y no condensada (F5, F6) por el condensador (12) circulan conjuntamente,
 - un cuarto conducto de enlace (18) dispuesto entre la segunda salida (S2) del rectificador (10) y la segunda abertura de salida (133) del segundo separador, en el que circula la fracción no condensada (F6) separada por gravedad en el segundo separador.
- 55 13. Rectificador (10) según las reivindicaciones 9 o 10 y 11 o 12, caracterizado por que el dispositivo de unión (20) comprende:
- 60 - un quinto conducto de enlace (19), en concreto, sustancialmente vertical en la proximidad del primer separador, dispuesto entre la primera salida (S1) del rectificador (10) y la primera abertura de salida (112) del primer separador, en el que circula la fase líquida (F2) separada por gravedad en el primer separador,
 - un sexto conducto de enlace (20), en concreto, sustancialmente vertical en la proximidad del segundo separador, que se extiende desde la primera abertura de salida (132) del segundo separador hasta ya sea un punto de conexión (P) al quinto conducto de enlace (19) situado más abajo que el primer separador, ya sea una segunda abertura de entrada (114) del primer separador que desemboca en el primer separador.

14. Rectificador (10) según la reivindicación 13, caracterizado por que:
- el sexto conducto de enlace (20) está enlazado al quinto conducto de enlace (19), el dispositivo de unión (20) comprende un sistema de succión (14), en concreto, por un efecto de Venturi, habilitado en dicho punto de conexión (P) y configurado para succionar la fracción condensada (F5) separada por el segundo separador (13) en el interior del sexto conducto de enlace (20) en un sentido opuesto al segundo separador o
 - la segunda abertura de entrada (114) del primer separador está habilitada en la parte inferior del primer separador para desembocar en el primer separador por debajo de la superficie libre de la fase líquida (F2) separada por gravedad en el primer separador y contenida en la parte inferior del primer separador o
 - la segunda abertura de entrada (114) del primer separador está habilitada en la parte superior del primer separador y por que el sexto conducto de enlace (20) se prolonga en el interior del primer separador más allá de la segunda abertura de entrada (114) del primer separador, hasta desembocar por debajo de la superficie libre de la fase líquida (F2) separada por gravedad en el primer separador y contenida en la parte inferior del primer separador.
15. Rectificador (10) según una de las reivindicaciones 13 o 14, caracterizado por que el sexto conducto de enlace (20) comprende un estrechamiento local de sección (21, 22), lineal o puntual, en concreto, en la proximidad del segundo separador y/o por que la sección de paso del primer separador y/o del quinto conducto de enlace (19) está dimensionada de modo que la fase líquida (F2) separada por gravedad en el primer separador forme un efecto de tapón para la fase gaseosa (F3) separada por gravedad en el primer separador, en dirección de la primera salida (S1) del rectificador (10) y/o por que la sección de paso del segundo separador y/o del sexto conducto de enlace (20) está dimensionada de modo que la fracción condensada (F5) separada por gravedad en el segundo separador forme un efecto de tapón para la fracción no condensada (F6) separada por gravedad en el segundo separador, en dirección de la primera salida (S1) del rectificador (10).
16. Máquina termodinámica de absorción caracterizada por que comprende al menos un rectificador (10) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

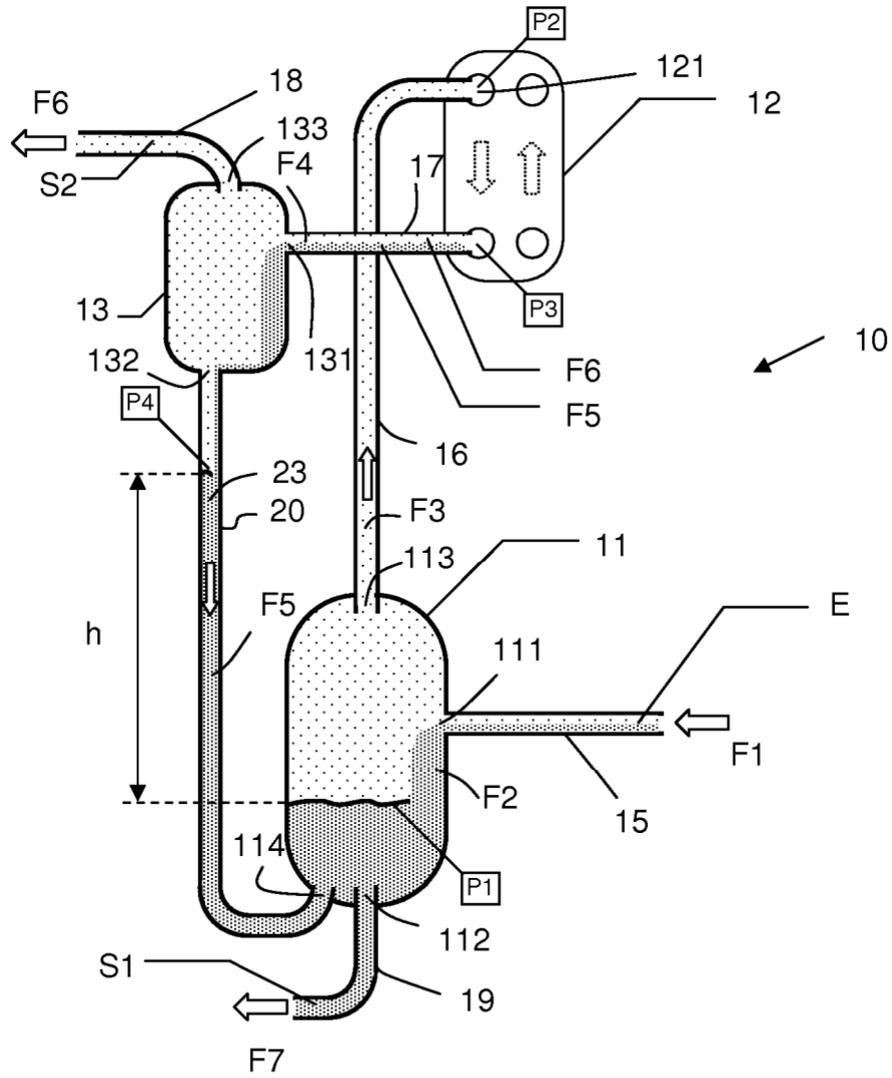


Figura 3

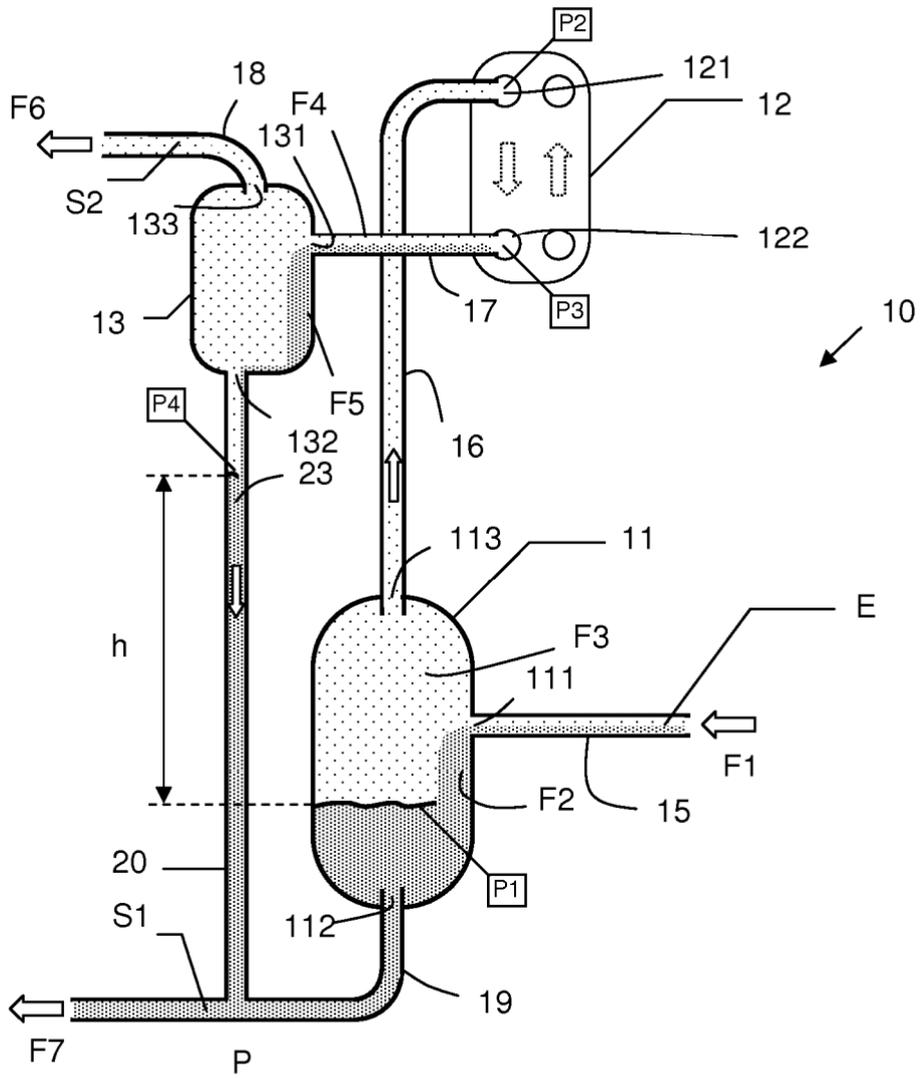


Figura 4

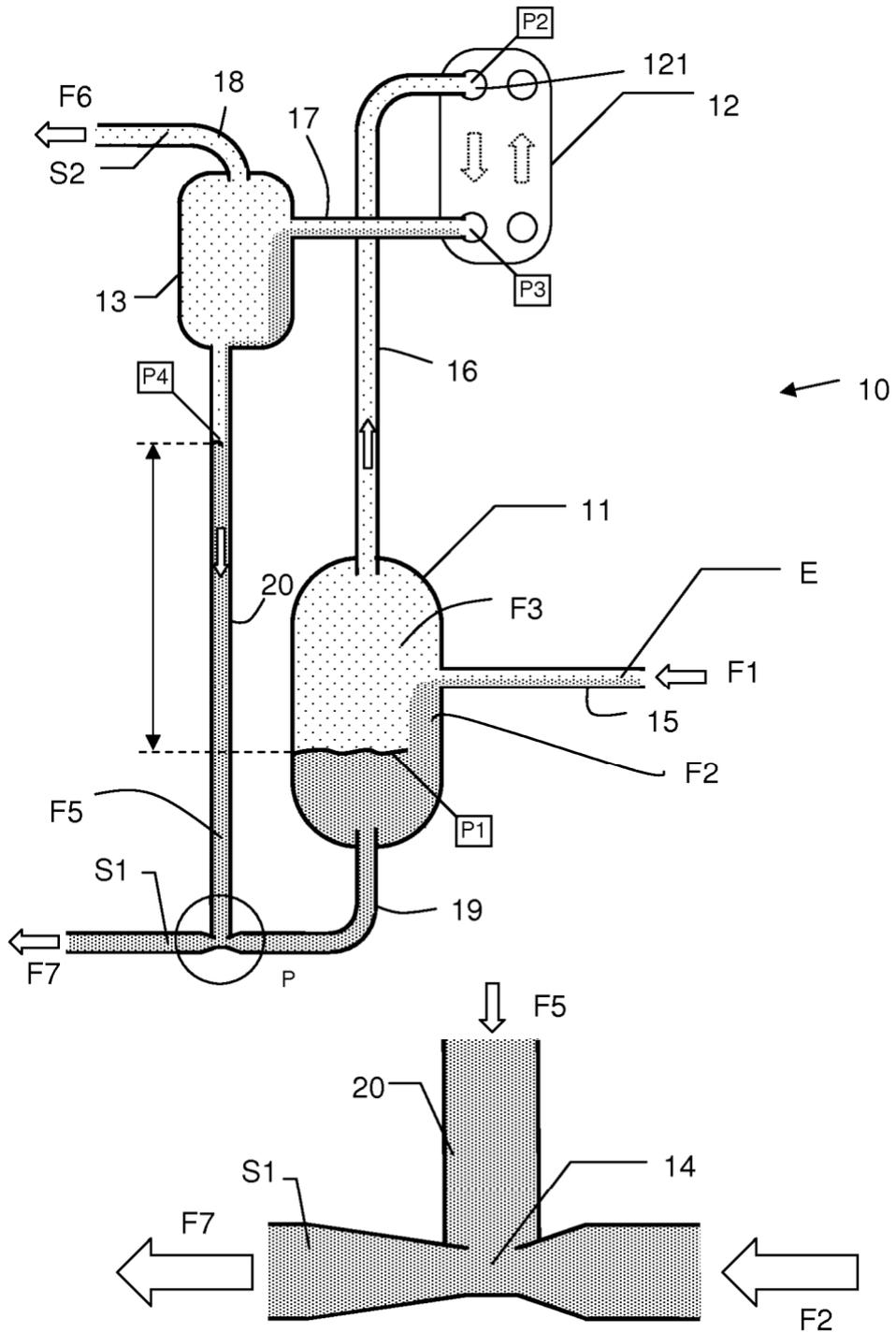


Figura 5

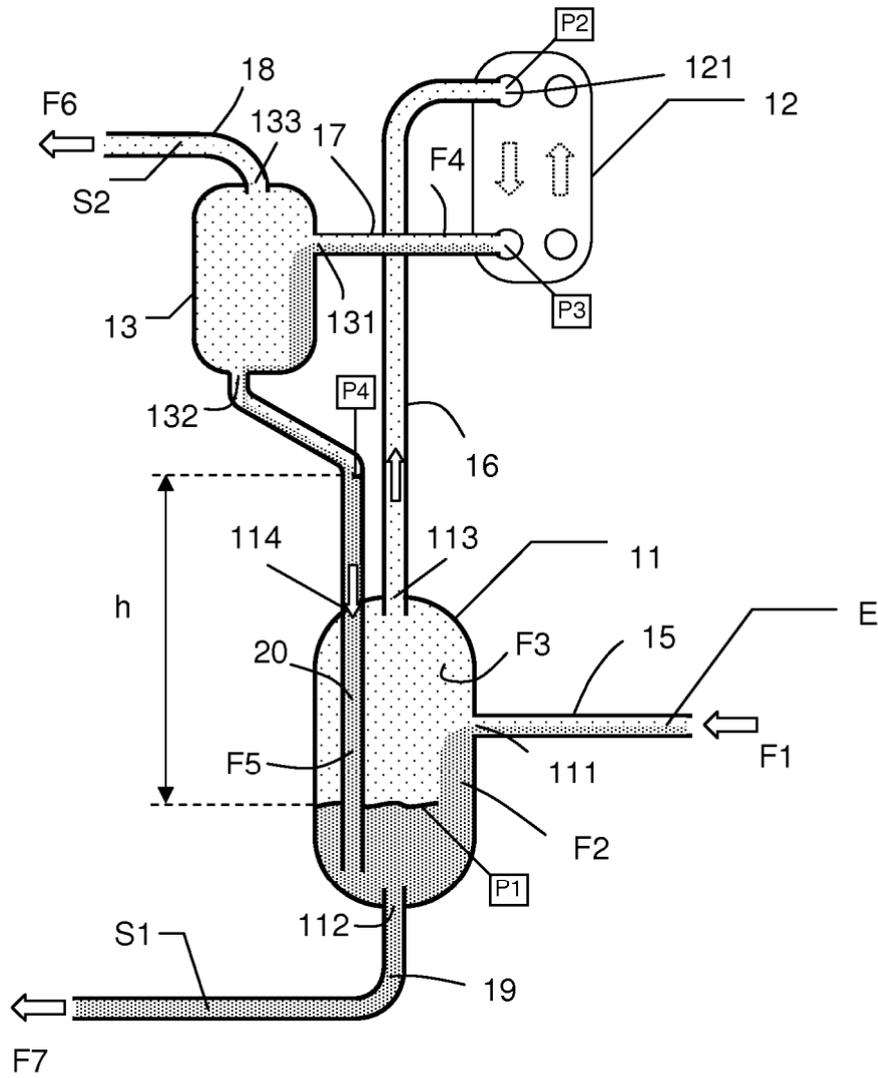


Figura 6

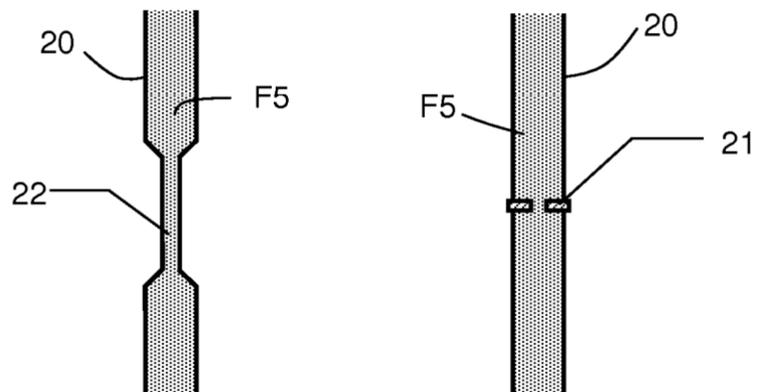


Figura 7