

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 440**

51 Int. Cl.:

F25B 41/00 (2011.01)

F25B 5/02 (2006.01)

F25B 25/00 (2006.01)

F25B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2018** **E 18206266 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024** **EP 3486580**

54 Título: **Un circuito de refrigeración mejorado**

30 Prioridad:

15.11.2017 IT 201700130508

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
20.11.2024

73 Titular/es:

ENEX S.R.L. (100.0%)
Via delle Industrie, 7
31030 Breda di Piave (TV), IT

72 Inventor/es:

GIROTTI SERGIO

74 Agente/Representante:

RUO, Alessandro

ES 2 988 440 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

Un circuito de refrigeración mejorado

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un circuito de refrigeración mejorado.

[0002] Los enfriadores de agua tradicionales o de agua con glicol, comúnmente denominados "enfriadores", se realizan generalmente - tanto en el caso de uso de fluido refrigerante sintético, como el HFC (R404A, R507, R410A) o HFO (R1234ze), o en el caso de fluidos refrigerantes puros como propano (R290) o dióxido de carbono (CO₂ o R744) - de acuerdo con ciclo Evans-Perkins tradicional.

[0003] En particular, la distribución del fluido refrigerante al evaporador o evaporadores 52 se produce en la mayoría de los casos desde un tanque de líquido 50 colocado aguas abajo de un intercambiador de alta presión (condensador) 51 (véase Figura 1). El tanque 50 se mantiene a la presión de condensación que está controlada indirectamente por la capacidad térmica del flujo del fluido de enfriamiento (aire o agua) y por las características geométricas del intercambiador de alta presión 51.

[0004] En los sistemas de refrigeración más comunes que usan CO₂ como refrigerante, una válvula de laminación 53 está interpuesta entre el intercambiador de alta presión 51 y el tanque 50, mientras que la presión en dicho tanque está limitada por la expansión del vapor instantáneo a baja presión a través de una válvula reguladora de presión 54 dispuesta aguas abajo de dicho tanque 50 (véase Figura 2).

[0005] La distribución del fluido refrigerante al evaporador o a los evaporadores 52 se produce por medio de una válvula de expansión termostática 55, de tipo mecánico o electrónico, que regula el sobrecalentamiento. El vapor seco que sale de los evaporadores 52 pasa por el compresor 56 que aumenta su presión y luego se envía al intercambiador de alta presión 51 para ser enfriado y llevado nuevamente al estado líquido, para finalmente ser devuelto al tanque de líquido 50.

[0006] Un inconveniente de esta solución es la pérdida de energía debido a la presencia, en el evaporador 52, de la zona de sobrecalentamiento.

[0007] En la actualidad, las soluciones propuestas para superar este inconveniente son bastante caras y complicadas.

[0008] Es más, cuando el fluido usado (por ejemplo, el aire del ambiente exterior) para retirar calor del intercambiador de alta presión 51 está a altas temperaturas (por ejemplo, durante el período de verano, el aire del ambiente exterior es particularmente caliente), los sistemas de refrigeración que usan CO₂ como refrigerante tienen una eficiencia menor que aquellos que usan fluidos refrigerantes sintéticos (por ejemplo, HFC).

[0009] El documento WO2012/092685 describe un circuito de refrigeración que está provisto de un eyector y un solo evaporador, que está conectado a través de un circuito fluido en la entrada con el tanque y en la salida con la entrada de un módulo eyector previsto para el flujo del lecho fluidizado.

[0010] El objeto de la invención es proponer un circuito de refrigeración que supere los inconvenientes de las soluciones tradicionales y que, independientemente del refrigerante usado, tenga una alta eficiencia.

[0011] Otro objeto de la invención es proponer un circuito que presente una alta eficiencia incluso usando dióxido de carbono como refrigerante.

[0012] Otro objeto de la invención es proponer un circuito que tenga una alta eficiencia incluso en presencia de una alta temperatura ambiental externa, por ejemplo, durante el período de verano.

[0013] Otro objeto de la invención es proponer un circuito que pueda ser usado en todas las condiciones de funcionamiento.

[0014] Otro objeto de la invención es proponer un circuito flexible que pueda adaptarse fácil y correctamente a las variaciones, incluso significativas, en sus condiciones de uso operativo.

[0015] Otro objeto de la invención es proponer un circuito que pueda realizarse de forma sencilla, fácil y a bajo coste.

[0016] Otro objeto de la invención es proponer un circuito que tenga una caracterización alternativa y/o mejorada, tanto en términos de construcción como de funcionamiento, con respecto a los tradicionales.

[0017] Todas estas finalidades, ya sea solas o en cualquier combinación de las mismas, así como otras que resultarán a partir de la siguiente descripción, se logran, de acuerdo con la invención, con un circuito como se define en la reivindicación 1.

[0018] La presente invención se aclara a continuación con más detalle en algunas de sus formas de realización preferidas, que se dan solo a modo de ejemplo no limitativo con referencia a las tablas de dibujos adjuntos, en los que:

- 5 la Figura 1 muestra una vista esquemática de un primer circuito de refrigeración de acuerdo con el estado de la técnica,
la Figura 2 muestra una vista esquemática de un segundo circuito de acuerdo con el estado de la técnica que usa CO₂ como fluido refrigerante,
10 la Figura 3 muestra una vista esquemática de un circuito de refrigeración de acuerdo con la invención,
la Figura 4 muestra, de acuerdo con una sección vertical, una forma de realización de un eyector dispuesto en el circuito de la Figura 3 con los perfiles de presión correspondientes en el mismo, y
la Figura 5 muestra, para el circuito de la Figura 3 de acuerdo con la invención, los perfiles de temperatura indicativos durante el intercambio térmico que se produce en el interior del evaporador entre el fluido refrigerante y el fluido que se va a enfriar, y
15 la Figura 6 muestra una forma de realización de un eyector múltiple proporcionado en la Figura 3,
la Figura 7 muestra una vista esquemática de una forma de realización diferente del circuito de refrigeración de acuerdo con la invención.

20 **[0019]** Como puede observarse en las Figuras 3 y 7, el circuito de refrigeración de acuerdo con la invención, indicado en general con el número de referencia 20, comprende al menos un compresor 1 que está instalado de manera que succiona fluido refrigerante en estado de vapor 7 desde un tanque 4 a través de una tubería 3 que conecta la parte superior de dicho tanque 4 con el puerto de aspiración de dicho compresor 1. El tanque 4 contiene fluido refrigerante tanto en estado líquido 5 como en estado de vapor 7.

25 **[0020]** Preferentemente, como se prevé en la forma de realización de la Figura 7 (y, en general, cuando se proporciona una carga refrigerante variable), el circuito 20 comprende una pluralidad de compresores 1 en paralelo entre sí y configurados para aspirar el fluido refrigerante en estado de vapor 7 desde el tanque 4.

30 **[0021]** El puerto de descarga del compresor 1 está conectado a la entrada de un intercambiador de calor de alta presión 2.

[0022] Preferentemente, el intercambiador de calor 2 comprende un condensador, en el que el fluido refrigerante en estado de vapor 7 y a alta presión - tal como es comprimido por el compresor 1 - se enfría y se lleva al estado líquido o gas denso. En particular, en el intercambiador de alta presión 2 el fluido refrigerante se enfría intercambiando calor con el ambiente externo o con otro fluido.

35 **[0023]** De manera adecuada, en la forma de realización de la Figura 7, el intercambiador de alta presión 2 permite que el fluido refrigerante intercambie calor con un fluido que se va a calentar (por ejemplo, agua) que entra en el intercambiador de alta presión 2 por una entrada 27 y - después de pasar por dicho intercambiador de alta presión 2 para intercambiar calor con el fluido refrigerante comprimido por el compresor 1 - sale del intercambiador de alta presión 2 por una salida 29.

40 **[0024]** El circuito 20 comprende además una tubería 9 que conecta la salida del intercambiador de alta presión 2 con la entrada 8_M de un módulo eyector 8 (unidad).

[0025] En particular, como se muestra en la Figura 4, el módulo eyector 8 comprende:

- 50 - al menos una entrada 8_M para el flujo motor (o primario) 37 procedente del tubo de salida 9 del intercambiador de alta presión 2,
- al menos una entrada 8_T para el flujo arrastrado (o secundario) 38; en particular, a través de esta entrada, el fluido refrigerante en el tubo 10 es aspirado/conducido hacia el módulo eyector 8, y
- una salida 8_{SAL} conectada aguas abajo, por medio de un conducto 14, al tanque 4 para expulsar al interior de este último la mezcla 39 de dicho motor 37 y los flujos arrastrados 38.

55 **[0026]** Ventajosamente, el módulo eyector 8 comprende al menos un eyector 8' provisto de una boquilla convergente 60 que está asociada a la entrada 8_M para el fluido motor y se comunica en la salida con una cámara de aspiración 62; en particular, dicha cámara de aspiración 62 está definida dentro del mismo eyector 8' y se comunica con la entrada 8_T para el flujo arrastrado. Además, el eyector 8' comprende una cámara de mezcla 64 que termina y está conectada aguas abajo con un difusor 69. Preferentemente, la cámara de mezcla 64 está conectada aguas arriba con la cámara de aspiración 62, mientras que el difusor 69 está conectado aguas abajo con la salida 8_{SAL}.

60 **[0027]** Preferentemente, el módulo eyector 8 puede comprender un único eyector de geometría variable (no mostrado). En particular, este eyector comprende una boquilla convergente 60 en la que la sección de salida está ajustada adecuadamente, por ejemplo, mediante un pasador, de acuerdo con el valor de presión medido aguas abajo del compresor 1.

[0028] Preferentemente, como se muestra en la Figura 6, el módulo eyector 8 puede ser de geometría fija y comprender una pluralidad de eyectores 8' en paralelo (multi-eyector), del mismo tamaño o de tamaño variable (o una combinación adecuada de ambos), que se activan/controlan basándose en el valor de presión medido aguas abajo del compresor 1. En particular, en este caso, el módulo eyector 8 comprende una pluralidad de válvulas de cierre 11, preferentemente de tipo encendido-apagado, controladas en paralelo y situadas a la entrada de la boquilla 62 de cada eyector 8'. En este caso, oportunamente, en correspondencia con la entrada del módulo eyector 8, se proporciona una porción de conexión 12 para dividir el flujo que viene de la tubería 9 en una pluralidad de conductos, cada uno de los cuales está provisto de su propia válvula de cierre 71 y entra en la entrada 8_M de un eyector de 8'. Es más, las salidas 8_{SAL} de cada eyector 8' están conectados a un colector 13 en comunicación, a través del conducto 14, con el tanque 4.

[0029] De manera conveniente, se proporciona una unidad de control/mando 91 del módulo eyector 8, y en particular, del pasador, en el caso de un único eyector de geometría variable, o de válvulas de cierre 11, en la configuración con una pluralidad de eyectores paralelos 8'.

[0030] Más en detalle, la unidad de control/mando 91 está configurada para controlar el módulo eyector 8, de acuerdo con los algoritmos conocidos, basándose en los valores de temperatura y presión detectados (por medio de sensores apropiados 93) en cualquier área de la tubería de salida 9, es decir, en cualquier zona situada entre la salida del intercambiador de alta presión 2 y la entrada del propio módulo eyector. De manera conveniente, el módulo eyector 8 controla/regula la presión del fluido refrigerante en la entrada 8_M , basándose en los valores de temperatura y presión medidos en cualquier área de la tubería de salida 9, de acuerdo con una curva de optimización de eficiencia tradicional de un ciclo de CO_2 transcrito.

[0031] El circuito 20 comprende también un primer evaporador 24 que, de manera adecuada, se alimenta por gravedad desde el depósito de líquido 4 a través de una porción 50 y que en la salida está conectado directamente al depósito mediante un circuito de recirculación 21.

[0032] En particular, de manera apropiada, el primer evaporador 24 está situado a un nivel geodésico inferior con respecto al tanque 4 de manera que permite la alimentación por gravedad de dicho primer evaporador 24 con el líquido refrigerante 5 presente en el propio tanque. De manera conveniente, la salida del primer evaporador 24 está conectada al depósito de líquido 4 mediante un circuito de recirculación 21 en el que la circulación del fluido refrigerante se produce por la diferencia de densidad entre el líquido saturado que entra en el primer evaporador 24 y la mezcla líquido/vapor o el vapor que sale de este último, que, siendo más ligero, entra en el circuito de recirculación 21.

[0033] El circuito 20 comprende también un segundo evaporador 30 que está conectado en la entrada con el tanque 4 y en la salida con la entrada 8_T del módulo eyector 8. De manera apropiada, el segundo evaporador 30 se alimenta con fluido refrigerante líquido 5, presente en el tanque de líquido 4, por medio de una porción 51 provista de una válvula de expansión 32 que está controlada por una unidad de control/mando (no mostrada), preferentemente pero no exclusivamente, basándose en la temperatura (sobrecalentamiento) y/o presión del fluido refrigerante presente, preferentemente en estado de vapor, en correspondencia de la tubería 10 situada a la salida del segundo evaporador 30.

[0034] La salida del segundo evaporador 30 está conectada mediante la tubería 10 a la entrada 8_T del módulo eyector 8. De manera adecuada, como se muestra en la Figura 6, en el caso del módulo eyector 8 que comprende una pluralidad de eyectores 8' en paralelo, se proporciona una porción de conexión 15 para dividir el flujo arrastrado del tubo 10 en una pluralidad de conductos de aspiración 16, cada uno de los cuales se comunica con la entrada arrastrada (puerto de aspiración) 8_T de uno de los eyectores 8' del módulo 8. De manera conveniente, una válvula 17, preferentemente una válvula antirretorno, se proporciona en cada conducto de aspiración 16.

[0035] De manera conveniente, P_1 corresponde a la presión del fluido refrigerante en la tubería 10 conectada a la entrada 8_T ; mientras que P_2 corresponde a la presión del fluido refrigerante bifásico en el tanque 4, la fracción del mismo en estado de vapor 7 es aspirada por el compresor 1.

[0036] De manera conveniente, en el circuito 20 se definen, de esta manera, dos niveles diferentes de temperatura de evaporación del fluido refrigerante: el compresor 1 aspira del tanque 4 el fluido refrigerante en estado de vapor 7 a una presión superior P_2 , el módulo eyector 8 aspira/arrastra el fluido refrigerante a través de la entrada 8_T a un nivel de presión más bajo P_1 .

[0037] En la forma de realización de la Figura 3, la trayectoria 40 del fluido que se va a enfriar, por ejemplo, agua, está configurada de tal manera para pasar en secuencia por los dos evaporadores 24 y 30 que, ventajosamente, están conectados entre sí en serie, preferentemente en el lado en el que fluye el fluido que se va a enfriar. En particular, la trayectoria 40 del fluido que se va a enfriar comprende, en secuencia, en primer lugar, el cruce de una primera porción 41 prevista en el lado primario del primer evaporador por gravedad 24, que puede conectarse a favor o en contra de la corriente, y que comprende posteriormente el cruce de una segunda porción 42 definida en el lado primario del segundo evaporador 30, la alimentada a través de la válvula de expansión 32 y cuya salida está conectada a la entrada

8_T del módulo eyector 8. Básicamente, la segunda porción 42 del segundo evaporador 30 está conectada fluidamente en serie y aguas abajo de la primera porción 41 del primer evaporador 24.

[0038] De manera adecuada, el circuito 20 de la Figura 3 comprende también otra unidad de control adecuada (no mostrada) para la temperatura del fluido que se va a enfriar, por ejemplo, agua u otro líquido, dentro de la trayectoria 40. En particular, dicha unidad de control adicional está configurada para actuar sobre la presión de aspiración del fluido refrigerante procedente del tanque 4, en particular, actuando sobre la capacidad de aspiración del compresor 1 - y por tanto sobre la temperatura de saturación del fluido refrigerante en dicho tanque 4 - de manera que la temperatura del fluido enfriado detectada aguas abajo de dicho segundo evaporador 30 siga una temperatura de referencia determinada (punto de referencia).

[0039] De manera adecuada, en la forma de realización de la Figura 7, la trayectoria 40 del fluido que se va a enfriar, por ejemplo, aire u otro gas, comprende al menos un conducto 45 en el que se insertan/alojan en secuencia (es decir uno después del otro de acuerdo con la dirección de cruce de dicho canal) los dos evaporadores 24 y 30. De manera conveniente, en el conducto 45 se puede disponer un ventilador 46 para la circulación del aire que pasa por dicho conducto. En particular, la trayectoria 40 del aire que se va a enfriar en el interior del conducto 45 comprende en secuencia: primero el cruce del lado secundario del primer evaporador 24 alimentado por gravedad, y posteriormente el cruce del lado secundario del segundo evaporador 30, que es alimentado por la válvula de expansión 32 y cuya salida está conectada a la entrada 8_T del módulo eyector 8.

[0040] De manera conveniente, también en esta forma de realización de la Figura 7, se prevé una unidad de control/mando 91 del módulo eyector 8, y en particular para el control del pasador en el caso de un único eyector de geometría variable o de las válvulas de cierre 11 en el caso de una configuración con una pluralidad de eyectores paralelos 8'. En particular, dicha unidad de control/mando 91 está configurada para controlar el módulo eyector 8, de acuerdo con los algoritmos conocidos, basándose en los valores de temperatura y presión detectados (por los sensores apropiados 93) en cualquier área del tubo de salida 9, es decir, en cualquier área situada entre la salida del intercambiador de alta presión 2 y la entrada 8_M del propio módulo eyector 8.

[0041] De manera conveniente, también en la forma de realización de la Figura 7, el segundo evaporador 30 se alimenta con fluido refrigerante 5 en estado líquido, que está presente en el tanque de líquido 4, a través de una porción 51 provista de una válvula de expansión 32 que está controlada por la unidad de comando/control 91, preferentemente pero no exclusivamente, basándose en la temperatura T₁ y/o presión P₁ del fluido refrigerante que está presente, preferentemente en estado de vapor, en correspondencia de la tubería 10 situada a la salida del segundo evaporador 30.

[0042] Ventajosamente, también en la forma de realización de la Figura 7, el circuito 20 comprende también una unidad de control de capacidad adicional (no mostrada) que está configurada para actuar sobre la presión de aspiración del fluido refrigerante del tanque 4, en particular, actuando sobre la capacidad de aspiración del compresor 1 - y, por lo tanto, sobre la temperatura de saturación del fluido refrigerante en dicho tanque 4 - de forma que la temperatura T_{sal} del fluido (por ejemplo, agua) en la salida 29 del intercambiador de alta presión 2 sigue una temperatura de referencia determinada (punto de referencia). En particular, la temperatura T_{sal} del fluido corresponde a la temperatura que presenta el fluido después de haber intercambiado calor con el fluido refrigerante comprimido por el compresor 1 en el interior del intercambiador de alta presión 2. Más en detalle, la capacidad de la unidad de control está configurada para actuar sobre la presión de aspiración P₂ del fluido refrigerante procedente del tanque 4, en particular, actuando sobre la capacidad de aspiración del compresor 1, de modo que la diferencia de presión ΔP entre P₁ y P₂ (es decir, $\Delta P = P_1 - P_2$) permanece constante en un valor (K), que es variable de acuerdo con el sobrecalentamiento en la tubería 10 conectada a la entrada 8_T. Ventajosamente, el sobrecalentamiento se define por la diferencia de temperatura ΔT entre T_{SAT1} y T₁ (es decir, $\Delta T = T_{SAT1} - T_1$), donde T_{SAT1} es la temperatura de saturación correspondiente a la presión P₁ del fluido refrigerante en la tubería 10 conectada a la entrada 8_T mientras T₁ es la temperatura correspondiente del fluido refrigerante en la tubería 10 conectada a la entrada 8_T.

[0043] Ventajosamente, las unidades de control del circuito 20 pueden implementarse mediante procesadores separados o, alternativamente, se pueden implementar dentro del mismo procesador.

[0044] El funcionamiento del circuito 20 de acuerdo con la invención es como sigue.

[0045] El fluido que se va a enfriar, que entra en la trayectoria 40 a una temperatura T₁, por ejemplo, de aproximadamente 12 °C, pasa primero por el primer evaporador 24 donde pasa a una temperatura T₂, por ejemplo, aproximadamente 9 °C (véase la sección 81 del perfil de temperatura 80 del fluido que se va a enfriar que pasa por el primer evaporador 24). En particular, esta disminución de temperatura de T₁ a T₂ del fluido que se va a enfriar se obtiene, dentro del primer evaporador 24, por el intercambio de calor con el fluido refrigerante que se evapora a una temperatura de, por ejemplo, aproximadamente 8 °C (véase sección 85 del perfil de temperatura 83 del fluido refrigerante que pasa por el primer evaporador 24).

[0046] El calor que pasa del fluido que se va a enfriar al fluido refrigerante hace que este último pase del estado líquido al estado de mezcla bifásica líquido/vapor o vapor que, en vista de su menor densidad y a través del circuito

de recirculación 21, regresa al tanque 4 en forma de una mezcla bifásica o vapor que tiene una temperatura de aproximadamente 8 °C, por ejemplo.

[0047] El fluido que se va a enfriar procedente del primer evaporador 24, que entonces se encuentra a la temperatura antes mencionada T_2 , entra al segundo evaporador 30 donde pasa a una temperatura T_3 , por ejemplo, aproximadamente 7 °C (véase la sección 82 del perfil de temperatura 80 del fluido que se va a enfriar a través del segundo evaporador 30). En particular, esta disminución adicional de temperatura de T_2 a T_3 del fluido que se va a enfriar se obtiene, dentro del segundo evaporador 30, por el intercambio de calor con el fluido refrigerante que se encuentra en estado líquido y a una temperatura de aproximadamente 4 °C (véase sección 84 del perfil de temperatura 83 del fluido refrigerante que pasa por el segundo evaporador 30).

[0048] En particular, como resultado de la aspiración realizada por el módulo eyector 8 y que actúa sobre la válvula de expansión 32, la temperatura del fluido refrigerante que entra en el segundo evaporador 30 pasa de una temperatura de, por ejemplo, aproximadamente 8 °C (que corresponde a la temperatura del fluido refrigerante dentro del tanque 4) a la temperatura antes mencionada de aproximadamente 4 °C. Más en detalle, la reducción (caída) de presión que se produce en el interior del módulo eyector 8, provoca una disminución de la presión y por tanto de la temperatura, por ejemplo, de 8 °C a 4 °C, del fluido refrigerante que entra en el segundo evaporador 30 y circula por la tubería 10 asociada a la entrada 8_T .

[0049] Asimismo, en el segundo evaporador 30, el calor que pasa del fluido que se va a enfriar al fluido refrigerante hace que este último pase del estado líquido al estado de vapor que luego es aspirado a través de la tubería 10 y la entrada 8_T dentro del eyector 8.

[0050] Dentro del tanque 4, el fluido refrigerante está a una temperatura de, por ejemplo, aproximadamente 8 °C, tanto en estado líquido 5 como en estado de vapor 7. El compresor 1 aspira del tanque 4 el fluido refrigerante en estado de vapor 7 - que se encuentra por ejemplo a una presión de aproximadamente 42 bares y a una temperatura de aproximadamente 8 °C - y, después de comprimirlo, aumentando su presión hasta aproximadamente 90 bares (a una temperatura de aproximadamente 100° -120 °C), lo envía al intercambiador de alta presión 2 donde se enfría - si el aire o el fluido refrigerante está a aproximadamente 32-33 °C, por ejemplo, para alcanzar una temperatura de aproximadamente 35 °C (con una presión restante de aproximadamente 90 bares) y llevarlo a un estado líquido o de gas denso.

[0051] Después, el líquido refrigerante o gas denso que se encuentra a alta presión (es decir, a aproximadamente 90 bares) y a una temperatura de 35 °C, que sale del intercambiador de alta presión 2, se envía a la entrada 8_M del módulo eyector 8.

[0052] En particular, dentro del módulo eyector 8 se encuentra el líquido refrigerante a alta presión, que entra por la entrada 8_M (véase sección 70 del perfil de presión mostrado en la Figura 4), se hace pasar a través de la boquilla convergente 60 para convertir la presión en velocidad y crear una reducción repentina de la presión dentro de la cámara de aspiración 62 del módulo eyector (véase la segunda sección 72 del perfil de presión mostrado en la Figura 4).

[0053] La reducción de presión antes mencionada provoca la succión/aspiración, dentro de la cámara de aspiración 62 y a través de la entrada 8_T , del fluido refrigerante que fluye desde el tanque 4 a través del segundo evaporador 30. En particular, el vapor presente en el tubo 10 a la salida del segundo evaporador 30 (véase sección 74 del perfil de presión mostrado en la Figura 4) es succionado/aspirado dentro de la cámara de aspiración 62 del módulo eyector 8.

[0054] Por ende, dentro de la cámara de mezcla (difusor) 64, que está dispuesta en el módulo eyector 8 inmediatamente aguas abajo de la cámara de aspiración, el líquido refrigerante o gas denso, que ha entrado por la entrada 8_M , se mezcla con el aspirado/succionado en estado de vapor que ingresa por la entrada 8_T (véase sección 76 del perfil de presión mostrado en la Figura 4). De manera conveniente, la mezcla así obtenida se comprime en el difusor 69 (véase sección 78 del perfil de presión mostrado en la Figura 4) de manera que en la salida 8_{SAL} del módulo eyector 8, el fluido refrigerante sale en estado tanto líquido como vapor, por ejemplo, a una presión de aproximadamente 42 bar y a una temperatura de aproximadamente 8 °C, que luego entra, a través del conducto 14, en el tanque 4. Preferentemente, el difusor 69 aguas abajo de la cámara de mezcla 64 tiene una forma adecuada como un conducto divergente y define la recuperación de presión de la cámara.

[0055] En esencia, la reducción de presión que se lleva a cabo, de forma controlada, en la entrada 8_M causa, a través de la entrada 8_T , la circulación del fluido refrigerante a través del segundo evaporador 30, permitiendo por tanto una reducción adicional de la temperatura del fluido que se va a enfriar.

[0056] Es más, el módulo eyector 8 reduce, antes de la inyección en el tanque 4 conectado al compresor 1, la presión (y, por lo tanto, la temperatura) del fluido refrigerante que sale del intercambiador de alta presión 2 y esto permite recuperar la energía de expansión y al mismo tiempo, aumenta la eficiencia, especialmente en condiciones de verano, es decir, cuando el aire exterior está caliente y no permite un enfriamiento adecuado del fluido refrigerante que pasa por el intercambiador de alta presión 2.

[0057] De manera conveniente, el módulo eyector 8 también permite aumentar la presión (y por tanto la temperatura) del fluido refrigerante que sale del segundo evaporador 30 antes de colocarlo en el tanque 4 conectado al compresor 1. Por lo tanto, el compresor 1 aspira, del tanque 4, el fluido refrigerante en estado de vapor 7 que se encuentra a una presión superior a la presión de salida del segundo evaporador 30, y, por lo tanto, la energía necesaria para su compresión es menor.

[0058] Preferentemente, la relación (denominada "*Relación de arrastre*") entre el caudal a través de la entrada 8_T y el caudal a través de la entrada 8_M del módulo eyector 8 depende de la temperatura y la presión del fluido refrigerante en la entrada 8_M . La relación anterior es mayor en condiciones de verano, es decir, cuando el fluido refrigerante (el aire exterior) está más caliente - y, por lo tanto, es posible recuperar una mayor cantidad de energía adecuada para generar una diferencia de presión que induzca la circulación, a través del segundo evaporador 30, de un mayor caudal de fluido refrigerante que se evapora a una temperatura inferior a la temperatura de saturación correspondiente a la presión de aspiración del compresor 1.

[0059] Es más, el circuito según la invención puede usarse para enfriar agua u otros líquidos en sistemas de acondicionamiento o de confort ambiental, en sistemas de refrigeración y/o en procesos industriales.

[0060] De manera conveniente, el funcionamiento del circuito de acuerdo con la invención en su forma de realización de la Figura 7 corresponde sustancialmente al descrito anteriormente, en donde el fluido que se va a enfriar es aire, que entra en la trayectoria 40 definida por el conducto 45, para atravesar primero el primer evaporador 24 (donde hay una disminución de temperatura de T_1 hasta T_2) y, posteriormente, pasa por el segundo evaporador 30 (donde se produce una caída de temperatura de T_2 hasta T_3). De manera conveniente, la función (y, por lo tanto, el control relativo) del circuito 20 en su forma de realización de la Figura 7 es calentar el fluido (por ejemplo, agua) que pasa por el intercambiador 2 y que, en particular, entra en este último por la entrada 27 y - después de pasar por dicho intercambiador de alta presión 2 para intercambiar calor con el fluido refrigerante comprimido por el compresor 1 - sale del intercambiador 2 por una salida 29.

[0061] A partir de lo que se ha dicho, el circuito de acuerdo con la invención es particularmente ventajoso porque:

- permite obtener una elevada eficiencia mediante la alimentación inundada y la optimización automática simultánea de la presión de aspiración, y en particular, recuperando energía del proceso de expansión mediante el uso de eyectores,
- se puede usar en todas las condiciones de funcionamiento,
- el cambio entre el funcionamiento con recuperación de energía y el funcionamiento sin la recuperación de energía de expansión se realiza en una forma sustancialmente automática, autorregulable y continua,
- es fácil y barato de realizar.

[0062] La invención es particularmente adecuada para su uso con fluidos refrigerantes naturales, como en particular el dióxido de carbono (CO_2 o R744), pero también se puede usar con refrigerantes sintéticos.

REIVINDICACIONES

1. Circuito refrigerante (20), preferentemente adecuado para su uso con CO₂ como refrigerante, que comprende:

- 5 - un depósito (4) configurado para recibir y contener en su interior refrigerante tanto en estado líquido (5) como en estado de vapor (7),
- al menos un compresor (1) que se comunica con dicho depósito (4) para aspirar el refrigerante del estado vapor (7),
- 10 - un intercambiador de calor de alta presión (2) situado aguas abajo de dicho al menos un compresor (1) y conectado fluidamente al mismo,
- al menos un módulo eyector (8) que comprende una entrada (8_M) para un flujo motor (37), una entrada (8_T) para un flujo arrastrado (38), y una salida (8_{SAL}) para expulsar en dicho tanque (4) la mezcla (39) de dichos dos flujos, estando dicha entrada (8_M) para el flujo motor (37) conectada de manera fluida a la salida de dicho intercambiador de calor de alta presión (2),
- 15 - un primer evaporador (24) que está conectado de manera fluida tanto en la entrada como en la salida con dicho tanque (4), y
- un segundo evaporador (30) que está conectado de manera fluida en la entrada con dicho tanque (4) y en la salida con dicha entrada (8_T) para un flujo arrastrado de dicho módulo eyector (8).

20 2. Circuito de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho primer evaporador (24) es del tipo alimentado por gravedad y es alimentado por dicho tanque (4) y está conectado a la salida con dicho tanque mediante un circuito de recirculación (21).

25 3. Circuito de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dicho primer evaporador (24) está situado a un nivel geodésico inferior con respecto al tanque (4).

 4. Circuito de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende una trayectoria (40) de un fluido que se va a enfriar que pasa a través, en secuencia, de dicho primer evaporador (24) y dicho segundo evaporador (30).

30 5. Circuito de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** dicha trayectoria (40) para el fluido que se va a enfriar, preferentemente agua, comprende en secuencia primero una primera porción (41), que se proporciona en el primer evaporador (24), y después una segunda porción (42) que se proporciona en el segundo evaporador (30), estando dicha primera porción (41) del primer evaporador (24) y dicha segunda porción (42) del segundo evaporador (30) conectadas de manera fluida entre sí en serie y estando diseñadas para ser atravesadas por el fluido que se va a enfriar.

35 6. Circuito de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado por que** dicha trayectoria (40) para el fluido que se va a enfriar, preferentemente aire, comprende al menos un conducto (45) en el que dicho primer evaporador (24) y dicho segundo evaporador (30) se alojan en secuencia.

40 7. Circuito de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la entrada de dicho segundo evaporador (30) está conectada de manera fluida a dicho tanque (4) por medio de una válvula de expansión (32) que está configurada para controlarse de acuerdo con la temperatura y/o la presión de un fluido de enfriamiento que sale de dicho segundo evaporador (30).

 8. Circuito de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dicho módulo eyector (8) comprende un único eyector de geometría variable.

50 9. Circuito de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dicho módulo eyector (8) comprende una pluralidad de eyectores paralelos, cada uno de los cuales está asociado en la entrada a una válvula de control correspondiente.

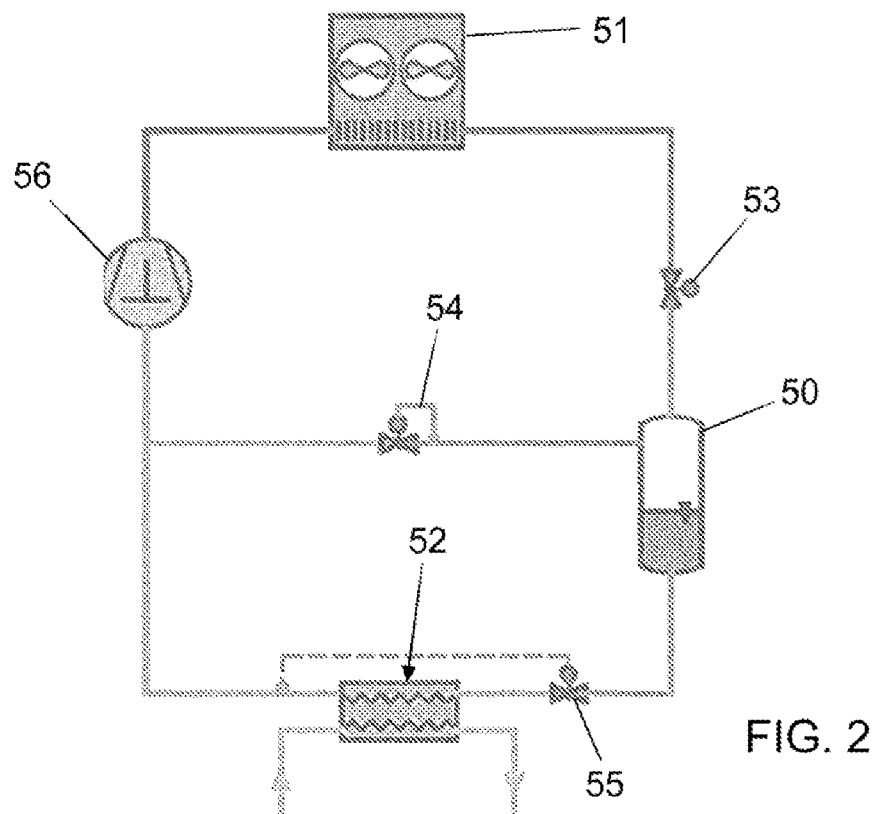
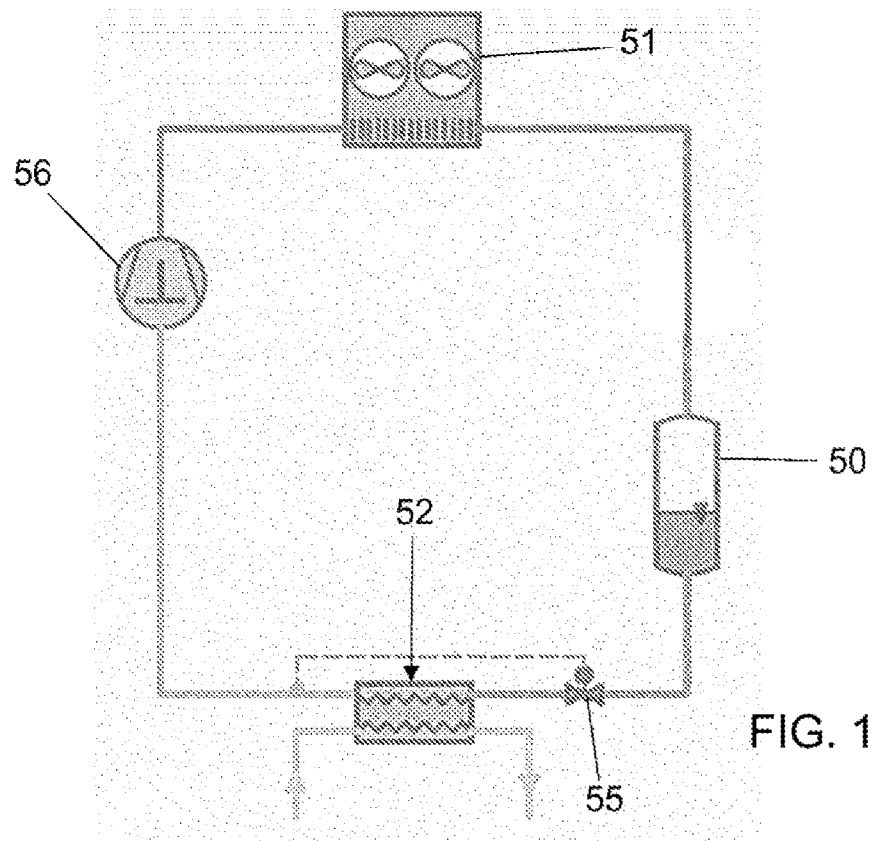
55 10. Circuito de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dicho módulo eyector (8) está configurado para controlar bajo presión el flujo motor (37) en la entrada (8_M) de dicho módulo basándose en los valores de temperatura y/o presión medidos en la sección aguas abajo de dicho intercambiador de alta presión (2) y aguas arriba de dicho módulo eyector (8).

60 11. Circuito de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, cuando se usa CO₂ como refrigerante, dicho módulo eyector (8) está configurado para controlar bajo presión el flujo motor (37) en la entrada (8_M) de dicho módulo de acuerdo con una curva de optimización de eficiencia de un ciclo de CO₂ transcrito.

65 12. Circuito de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 4-6, **caracterizado por que** comprende una unidad para controlar la temperatura del fluido que se va a enfriar que pasa por dicha trayectoria (40), dicha unidad de control está configurada para actuar sobre la capacidad de dicho compresor (1), y luego sobre la temperatura de saturación del refrigerante en dicho tanque (4), de manera que la temperatura del fluido enfriado detectada aguas abajo de dicho

segundo evaporador (30) sigue una temperatura de referencia determinada.

- 5 **13.** Circuito de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende una unidad para controlar la temperatura de un fluido que se va a calentar que pasa a través de dicho intercambiador (2), dicha unidad de control está configurada para actuar sobre la capacidad de dicho compresor (1), y luego sobre la temperatura de saturación del refrigerante en dicho tanque (4), de manera que la temperatura (T_{sal}) del fluido a la salida (29) del intercambiador (2), después de pasar por dicho intercambiador (2) intercambiando calor con el refrigerante procedente de dicho al menos un compresor (1), sigue una temperatura de referencia determinada.



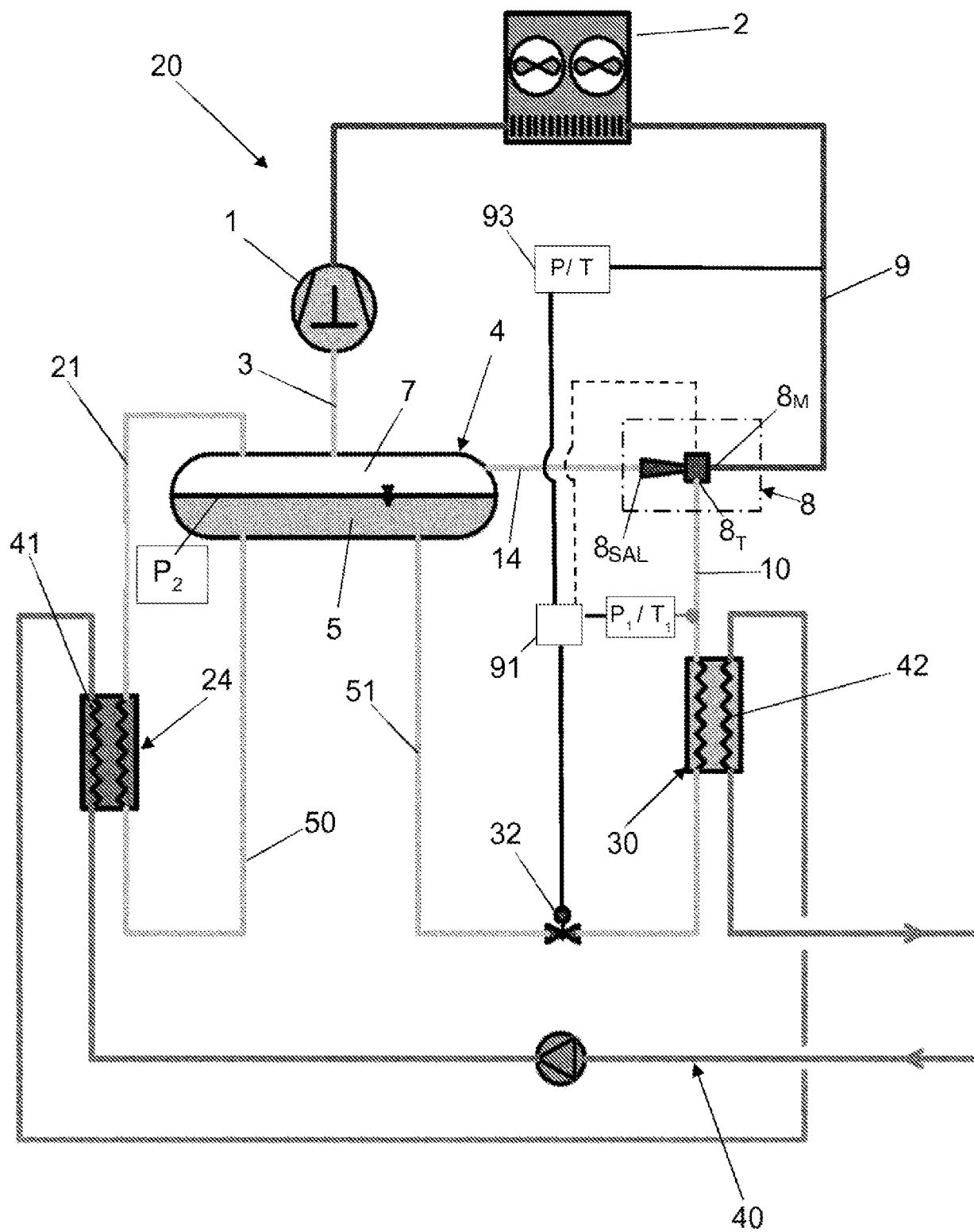
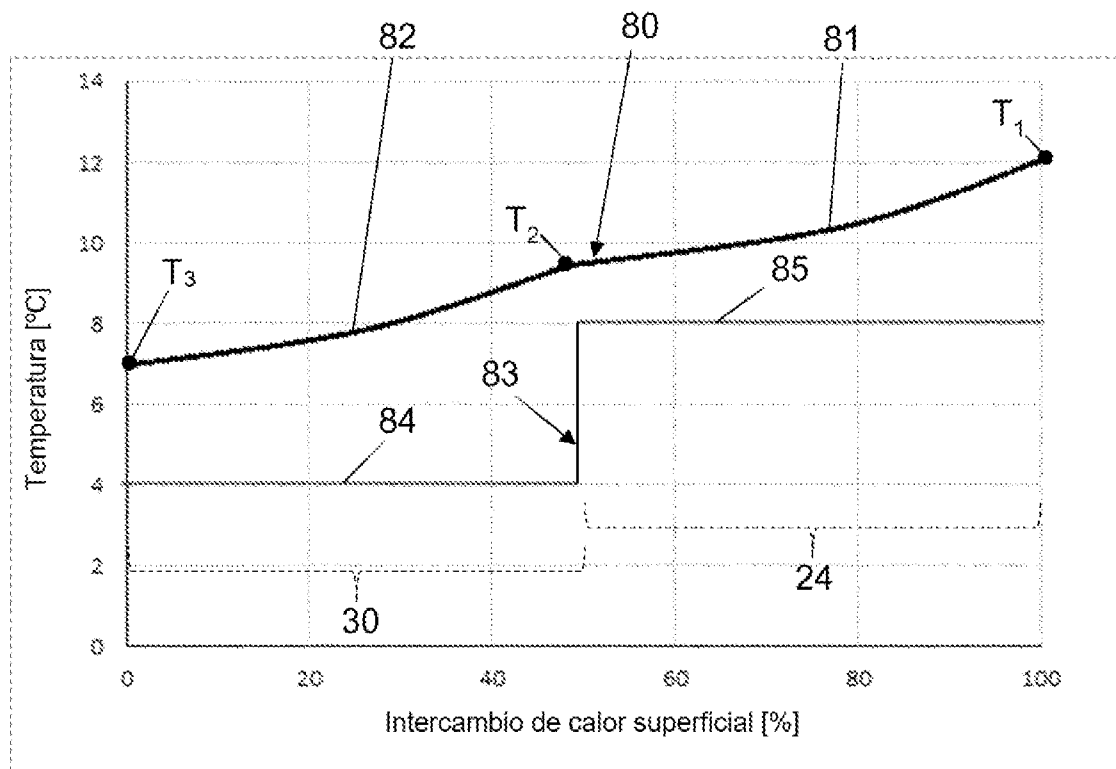
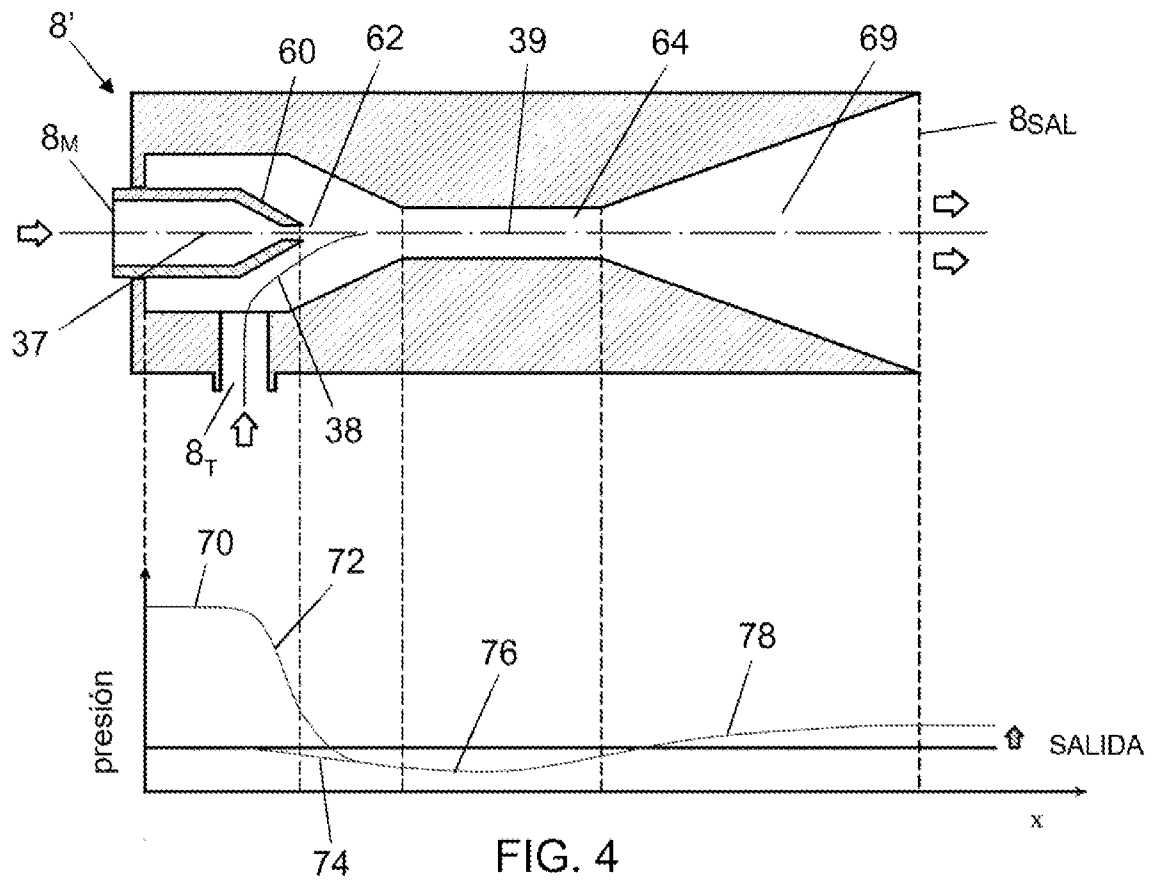


FIG. 3



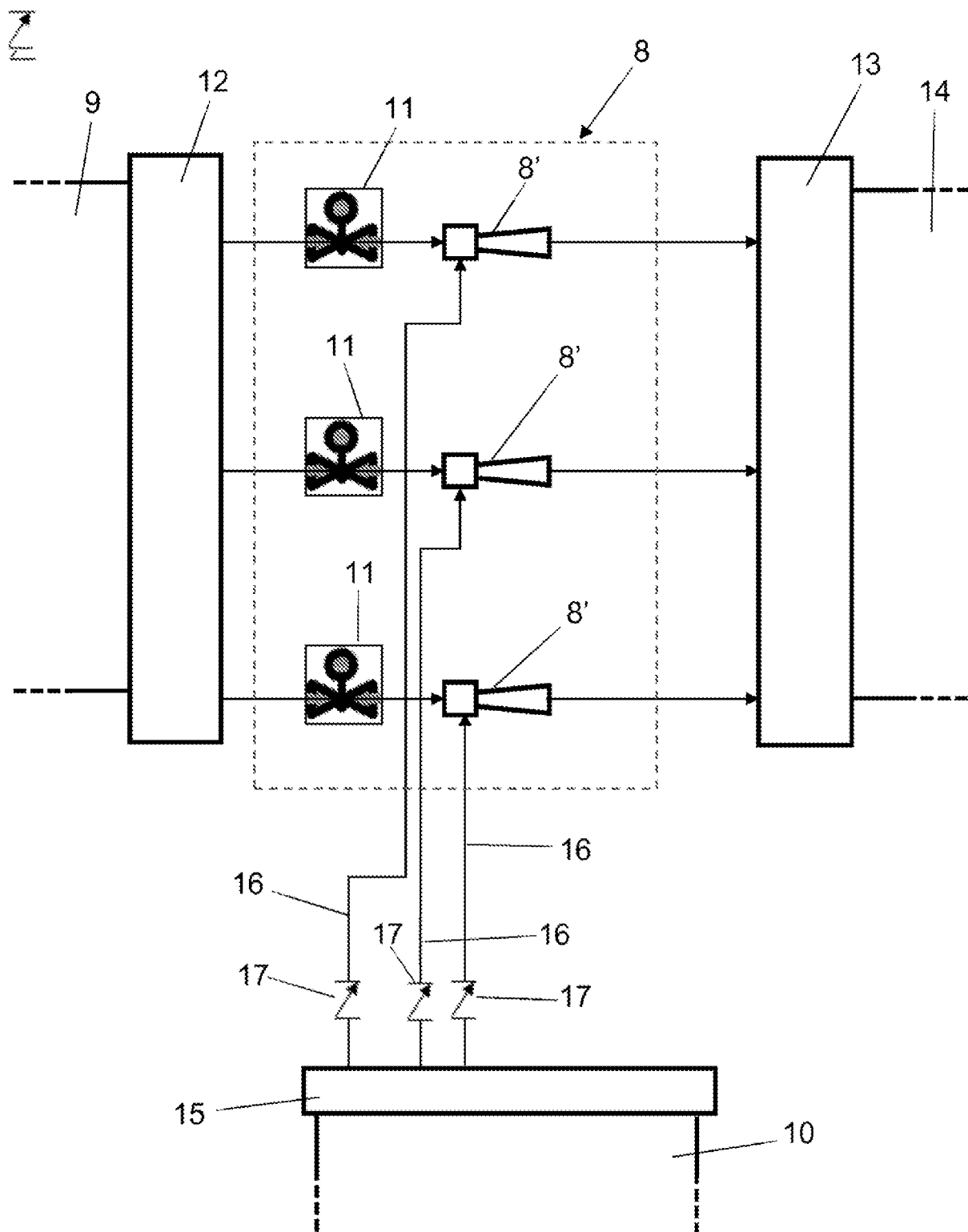


FIG. 6

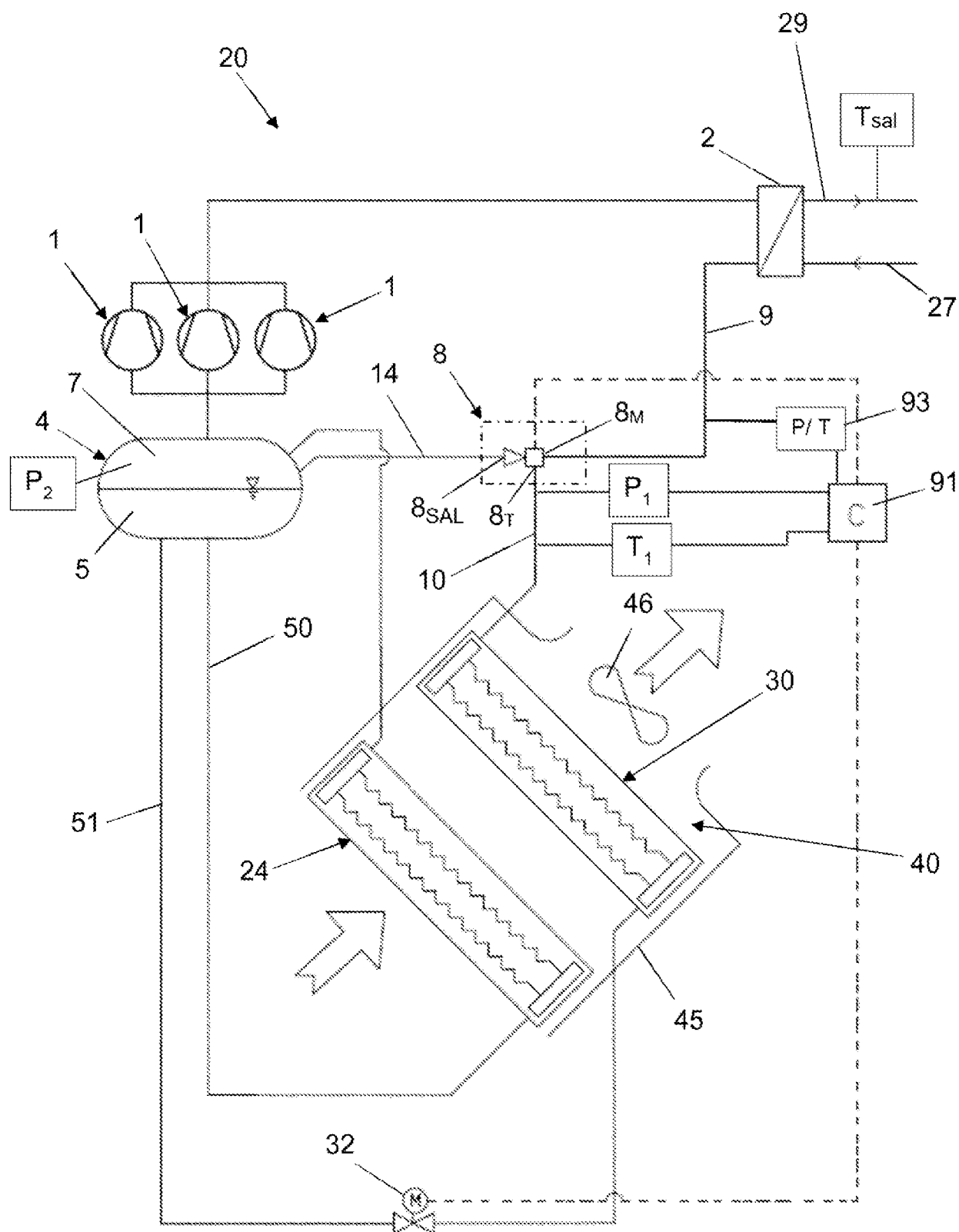


FIG. 7