

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 909 327**

51 Int. Cl.:

F25B 5/02 (2006.01)

F25B 6/02 (2006.01)

F25B 29/00 (2006.01)

F25B 41/00 (2011.01)

F25B 49/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2019 E 19167757 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.02.2022 EP 3722703**

54 Título: **Máquina termodinámica de tipo termofrigobomba y procedimiento de funcionamiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.05.2022

73 Titular/es:

**X-TERMA (100.0%)
29 Boulevard des Alpes
38240 Meylan, FR**

72 Inventor/es:

SEGUIN, BRUNO

74 Agente/Representante:

POLO FLORES, Carlos

ES 2 909 327 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

Máquina termodinámica de tipo termofrigobomba y procedimiento de funcionamiento

5 Campo técnico de la invención

La invención se refiere al campo de las instalaciones de producción de energía calorífica y frigorífica por ciclo termodinámico, para satisfacer las necesidades de calefacción, de refrigeración y de producción de agua caliente sanitaria, en los sectores de la construcción y de la industria.

10

Más en particular, la invención se refiere al campo de las máquinas termodinámicas denominadas termofrigobombas, y los procedimientos asociados de funcionamiento, que aseguran simultáneamente, por una parte, el suministro de energía calorífica a un elemento de consumo de energía calorífica y, por otra parte, el suministro de energía frigorífica a un elemento de consumo de energía frigorífica.

15

Estado de la técnica

El elemento de consumo de energía calorífica, denominado también elemento de consumo de calor, se define como uno o varios elementos que absorben calor por medio de un fluido caloportador. La potencia calorífica transferida al elemento de consumo es directamente proporcional a la diferencia entre la temperatura del fluido caloportador en dirección al elemento de consumo de calor y la temperatura del fluido caloportador en el retorno del elemento de consumo de calor. Para adaptar la potencia calorífica transferida al elemento de consumo de calor al valor requerido, es decir, a la demanda calorífica, se regula en general la temperatura del fluido caloportador en dirección al elemento de consumo de calor.

25

El elemento de consumo de energía frigorífica, denominado también elemento de consumo de frío, se define como uno o varios elementos que absorben energía frigorífica por medio de un fluido caloportador. La potencia frigorífica transferida al elemento de consumo es directamente proporcional a la diferencia entre la temperatura del fluido caloportador en dirección al elemento de consumo de frío y la temperatura del fluido caloportador en el retorno del elemento de consumo de frío. En general, para adaptar la potencia frigorífica transferida al elemento de consumo de frío al valor requerido, es decir, a la demanda frigorífica, se regula la temperatura del fluido caloportador al principio hacia el elemento de consumo de frío.

30

Las termofrigobombas producen una energía calorífica que es transferida al exterior a través de un intercambiador térmico denominado intercambiador condensador, en cuyo elemento primario tiene lugar la condensación de un fluido frigorígeno, y en cuyo elemento secundario circula el fluido caloportador que transporta la energía calorífica hacia el elemento de consumo de calor. Las termofrigobombas producen simultáneamente una energía frigorífica que es transferida al exterior a través de un intercambiador térmico denominado intercambiador evaporador, en cuyo elemento primario tiene lugar la evaporación de un fluido frigorígeno, y en cuyo elemento secundario circula el fluido caloportador que transporta la energía frigorífica hacia el elemento de consumo de frío. 2.

40

En el documento FR2886388A1 se muestra un ejemplo de una termofrigobomba, que representa el estado de la técnica más cercana. Se muestran otros ejemplos mediante los documentos DE3431452A1 y CN10744175A.

45

Por el principio mismo de funcionamiento de la máquina, basado en el ciclo termodinámico de un fluido frigorígeno, la relación entre las potencias calorífica y frigorífica producidas por la máquina en un instante dado, depende esencialmente del tipo de fluido frigorígeno usado y de los valores de temperatura de condensación y de evaporación del fluido frigorígeno en el instante considerado. Estos valores de temperatura están relacionados directamente con los valores de temperatura del fluido caloportador en salida del elemento secundario del intercambiador condensador y en salida del elemento secundario del intercambiador evaporador. La relación entre las potencias calorífica y frigorífica producidas por la máquina en un instante dado no puede así ajustarse libremente.

50

Por otra parte, la relación entre la potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor y la potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío, es totalmente independiente de la máquina termodinámica, puede variar en cada instante, y además puede adoptar cualquier valor.

55

Una termofrigobomba es incapaz de adaptar en cada instante a la vez la potencia calorífica y la potencia frigorífica producidas en los valores de potencia calorífica y frigorífica requeridos respectivamente por el elemento de consumo de calor y el elemento de consumo de frío. Puede ser que la máquina adapte la potencia calorífica producida a la potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor, y en este caso la potencia frigorífica producida por la máquina no corresponde al nivel de potencia requerido por el elemento de consumo de frío. O bien la máquina adapta la potencia frigorífica producida a la potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío, y en este

60

caso la potencia calorífica producida por la máquina no corresponde al nivel de potencia requerido por el elemento de consumo de calor.

Se distinguen así dos modos de funcionamiento de la máquina, en función del nivel respectivo de la demanda de energía calorífica y de la demanda de energía frigorífica.

Cuando la relación entre las potencias calorífica y frigorífica invocadas por los elementos de consumo es superior a la relación entre las potencias calorífica y frigorífica producidas por la máquina, la máquina puede adaptar la potencia calorífica producida a la potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor. Sin embargo, produce una potencia frigorífica superior a la potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío. En este caso la máquina funciona según el modo denominado producción calorífica prioritaria, de manera que la producción calorífica se denomina entonces producción prioritaria y la producción frigorífica se denomina entonces producción no prioritaria.

En sentido inverso, cuando la relación entre las potencias calorífica y frigorífica denominadas por los elementos de consumo es inferior a la relación entre las potencias calorífica y frigorífica producidas por la máquina, la máquina puede adaptar la potencia frigorífica producida a la potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío. Sin embargo, produce una potencia calorífica superior a la potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor. En este caso la máquina funciona según el modo denominado producción frigorífica prioritaria, de manera que la producción frigorífica se denomina entonces producción prioritaria y la producción calorífica se denomina entonces producción no prioritaria.

En modo de producción calorífica prioritaria, solo una parte de la energía frigorífica producida por la máquina es suministrada efectivamente al elemento de consumo de frío, y debe evacuarse un residuo de la energía frigorífica producida por la máquina hacia un elemento exterior. En modo de producción frigorífica prioritaria, solo una parte de la energía calorífica producida por la máquina es suministrada efectivamente al elemento de consumo de calor, y se trata de un residuo de energía calorífica producida por la máquina que debe ser evacuado hacia un elemento exterior.

Este elemento exterior, que asegura el equilibrio energético del sistema absorbiendo el residuo de la producción no prioritaria, que puede ser energía calorífica o energía frigorífica, se denomina fuente externa.

La fuente externa se define como uno o varios elementos capaces de absorber indistintamente energía calorífica o energía frigorífica.

La fuente externa puede ser un elemento natural, tal como aire ambiente, y entonces la termofrigobomba funciona según el principio llamado de aerotermia; el agua del medio natural, en cuyo caso la termofrigobomba funciona según el principio llamado de acuotermia; o el suelo, de modo que la termofrigobomba funciona según el principio llamado de geotermia; y puede ser suministrada por uno o varios sistemas intermedios de intercambio térmico.

Un primer inconveniente importante de las termofrigobombas reside en el hecho de que en el lado de la producción no prioritaria, el ajuste de la parte de energía producida que debe ser intercambiada con la fuente externa no es asegurado por la máquina en sí. En modo de producción calorífica prioritaria, la totalidad de la energía frigorífica producida por la máquina es intercambiada con el exterior a través del intercambiador evaporador, siendo a continuación esta energía orientada por una parte hacia el elemento de consumo de frío y por otra parte hacia la fuente externa, con ayuda de un circuito exterior a la máquina. En modo de producción frigorífica prioritaria, la totalidad de la energía calorífica producida por la máquina es intercambiada con el exterior a través del intercambiador condensador. Esta energía es orientada a continuación por una parte hacia el elemento de consumo de calor y por otra parte hacia la fuente externa, con ayuda de un circuito exterior a la máquina.

Estos circuitos exteriores, que permiten la gestión del flujo energético entre el elemento de consumo no prioritario y la fuente exterior, son a menudo complejos y costosos.

Un segundo inconveniente de las termofrigobombas reside en el hecho de que en el lado de la producción prioritaria, la regulación de la temperatura de inicio del fluido caloportador hacia el elemento de consumo es efectuada por tramos para realizar la adaptación perfecta de la potencia producida a la potencia requerida por el elemento de consumo. Durante la adaptación por tramos, cada tramo corresponde a la potencia unitaria de los compresores de la máquina, que funcionan en modo todo o nada. Ahora bien cada arranque o parada de un compresor genera una variación de las potencias calorífica y frigorífica producidas por la máquina termodinámica, lo que provoca una variación de las temperaturas del fluido caloportador en salida del elemento secundario del intercambiador condensador y en salida del elemento secundario del intercambiador evaporador. Para evitar fluctuaciones demasiado importantes de la temperatura de inicio del fluido hacia los elementos de consumo, debidas a estas variaciones de potencia engendradas por el arranque o la parada de un compresor, es necesario instalar un balón amortiguador tanto en el circuito de alimentación del elemento de consumo de calor como en el circuito de alimentación del elemento de consumo de frío.

Estos balones amortiguadores añaden complejidad al circuito hidráulico, y pueden por añadidura alcanzar volúmenes importantes para asegurar ciclos de arranques y de paradas de los compresores suficientemente largos.

Un tercer inconveniente de las termofrigobombas reside en el hecho de que en el lado de la producción no prioritaria, la totalidad de la energía producida es transferida por la máquina a través de un intercambiador. La gestión de los flujos energéticos entre el elemento de consumo por una parte y la fuente externa por otra parte es realizada por un circuito exterior a la máquina. Entonces es necesario que la máquina produzca esta energía a un nivel de temperatura adecuado para que tanto el elemento de consumo como la fuente externa puedan absorber una parte de la misma. Así en modo de producción calorífica prioritaria, la temperatura del fluido caloportador en el elemento secundario del intercambiador evaporador debe ser como máximo igual a la más baja de las temperaturas requeridas por el elemento de consumo de frío por una parte y la fuente externa, por otra parte.

En modo de producción frigorífica prioritaria, la temperatura del fluido caloportador en el elemento secundario del intercambiador condensador debe por su parte ser al menos igual a la más alta de las temperaturas requeridas por el elemento de consumo de calor por una parte y la fuente externa, por otra parte. Ahora bien el rendimiento energético de un circuito frigorígeno depende del trabajo suministrado por los compresores, y así pues de la diferencia entre la alta presión y la baja presión en el circuito frigorígeno. Como la temperatura de cambio de estado de un fluido está relacionada directamente con la presión de este fluido, el rendimiento del circuito depende de la diferencia entre la temperatura de condensación del fluido frigorígeno cuando se encuentra en la porción de circuito a alta presión y la temperatura de evaporación del fluido frigorígeno cuando se encuentra en la porción de circuito a baja presión. Al estar estas temperaturas de condensación y de evaporación adaptadas continuamente a las temperaturas requeridas en el elemento secundario de los intercambiadores condensador y evaporador, el rendimiento de un circuito frigorígeno depende de la diferencia entre la temperatura en el elemento secundario del intercambiador condensador y la temperatura en el elemento secundario del intercambiador evaporador. Cuanto más elevada es esta diferencia, menor es el rendimiento.

La totalidad de la energía es producida así por la termofrigobomba con el nivel de temperatura en el lado no prioritario que es el más desfavorable para el rendimiento de la máquina. No es posible optimizar el rendimiento global de la máquina produciendo una parte de la energía con destino al elemento de consumo no prioritario con un rendimiento y otra parte de la energía con destino a la fuente externa con otro rendimiento.

Resumen de la invención

La presente invención tiene por objeto resolver los problemas mencionados anteriormente y en especial proponer una máquina termodinámica que sea capaz de intercambiar directamente con la fuente externa el residuo de energía calorífica o frigorífica producida por la máquina termodinámica en el lado de la producción no prioritaria y no consumida por el elemento de consumo correspondiente, preferentemente sin tener que recurrir a circuitos exteriores de gestión del flujo energético entre el elemento de consumo y la fuente exterior.

Se tiende también a resolver estas necesidades por medio de una máquina termodinámica que produce simultáneamente energía calorífica y energía frigorífica 2, según la invención que se define mediante la reivindicación 1, y que incluye:

- un primer intercambiador de calor que posee al menos un circuito primario en el que circula un fluido frigorígeno y al menos un circuito secundario destinado a ser recorrido por un primer fluido caloportador, estando el primer intercambiador de calor configurado para condensar el fluido frigorígeno;
- un segundo intercambiador de calor que posee al menos un circuito primario en el que circula el fluido frigorígeno y al menos un circuito secundario destinado a ser recorrido por un segundo fluido caloportador, estando el segundo intercambiador de calor configurado para evaporar el fluido frigorígeno;
- un tercer intercambiador de calor que posee al menos un circuito primario en el que circula el fluido frigorígeno y al menos un circuito secundario destinado a ser recorrido por un tercer fluido caloportador, estando el tercer intercambiador de calor configurado para evaporar o condensar el fluido frigorígeno;
- al menos un circuito frigorígeno en el interior del cual circula el fluido frigorígeno, de manera que el al menos un circuito frigorígeno conecta el primer intercambiador de calor, el segundo intercambiador de calor y el tercer intercambiador de calor;

El al menos un circuito frigorígeno incluye:

- un compresor montado entre una salida del segundo intercambiador de calor y una entrada del primer intercambiador de calor;
- un primer descompresor montado entre una salida del primer intercambiador de calor y una entrada del segundo intercambiador de calor;

- un primer nodo de enlace que conecta la salida del compresor a la entrada del primer intercambiador de calor y a un primer dispositivo de conmutación;
- un segundo nodo de enlace que conecta una salida del primer intercambiador de calor a una entrada del primer descompresor y a un segundo dispositivo de conmutación;
- 5 - un tercer nodo de enlace que conecta una entrada del segundo intercambiador de calor con una salida del primer descompresor y con el segundo dispositivo de conmutación;
- un cuarto nodo de enlace que conecta una salida del segundo intercambiador de calor a la entrada del compresor y al primer dispositivo de conmutación;
- de manera que el primer dispositivo de conmutación está configurado para definir selectivamente una primera configuración o una segunda configuración, definiendo la primera configuración un primer canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta una primera entrada/salida del tercer intercambiador de calor al cuarto nodo de enlace y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del primer dispositivo de conmutación desde el primer nodo de enlace, definiendo la segunda configuración un segundo canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta el primer nodo de enlace a la primera entrada/salida del tercer intercambiador de calor y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del primer dispositivo de conmutación hasta el cuarto nodo de enlace;
- 10 - de manera que el segundo dispositivo de conmutación está configurado para definir selectivamente una primera configuración o una segunda configuración, definiendo la primera configuración un primer canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta el segundo nodo de enlace a una segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del segundo dispositivo de conmutación hasta el tercer nodo de enlace, definiendo la segunda configuración un segundo canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta la segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor al tercer nodo de enlace y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del segundo dispositivo de conmutación desde el segundo nodo de enlace;
- 15 - un segundo descompresor montado entre el segundo dispositivo de conmutación y la segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor.
- 20
- 25 En un desarrollo, el segundo descompresor es un descompresor bidireccional.
- Ventajosamente, el compresor incluye un primer compresor y un segundo compresor montados en paralelo entre el primer intercambiador de calor y el segundo intercambiador de calor, siendo el primer compresor un compresor de velocidad de rotación variable y siendo el segundo compresor un compresor de tipo todo o nada cuya activación se desencadena cuando una potencia calorífica transferida a través del primer intercambiador de calor alcanza un valor umbral o cuando una potencia frigorífica transferida a través del segundo intercambiador de calor alcanza un valor umbral.
- 30
- 35 En una realización particular, el primer descompresor tiene una tasa de apertura variable y la máquina incluye un circuito de control configurado para controlar la tasa de apertura del primer descompresor con el fin de regular la proporción de fluido frigorígeno que atraviesa el descompresor y el segundo intercambiador de calor para ajustar la potencia frigorífica transmitida a través del segundo intercambiador de calor o para controlar la tasa de apertura del primer descompresor con el fin de regular la proporción de fluido frigorígeno que atraviesa el descompresor y el primer intercambiador de calor para ajustar la potencia calorífica transmitida a través del primer intercambiador de calor
- 40
- Resulta ventajoso prever que el circuito de control está configurado para regular la temperatura del fluido caloportador en salida del primer intercambiador de calor o en salida del segundo intercambiador de calor a un valor de ajuste.
- 45 En otro desarrollo, el segundo descompresor tiene una tasa de apertura variable y el circuito de control está configurado para controlar la relación entre la tasa de apertura del primer descompresor y del segundo descompresor.
- Preferentemente, la máquina termodinámica incluye un segundo circuito frigorígeno en el interior del cual circula un segundo fluido frigorígeno, de manera que el segundo circuito frigorígeno conecta el primer intercambiador de calor, el segundo intercambiador de calor y el tercer intercambiador de calor. El segundo circuito frigorígeno posee un compresor, un primer descompresor, un primer nodo de enlace, un segundo nodo de enlace, un tercer nodo de enlace, un cuarto nodo de enlace, un primer dispositivo de conmutación, un segundo dispositivo de conmutación y un segundo descompresor dispuestos de manera semejante a la disposición del primer circuito frigorígeno.
- 50
- 55 En otra realización particular, la máquina termodinámica incluye un circuito de control configurado para definir un modo de funcionamiento en el que los dispositivos de conmutación primero y segundo del primer circuito frigorígeno impiden la circulación del fluido frigorígeno en el tercer intercambiador de calor y en el que los dispositivos de conmutación primero y segundo del segundo circuito frigorígeno impiden la circulación del segundo fluido frigorígeno en el segundo intercambiador de calor.
- 60
- En una configuración preferente, la máquina termodinámica incluye un circuito de control configurado para definir un modo de funcionamiento en el que los dispositivos de conmutación primero y segundo del primer circuito frigorígeno

impiden la circulación del fluido frigorígeno en el primer intercambiador de calor y en el que los dispositivos de conmutación primero y segundo del segundo circuito frigorígeno impiden la circulación del segundo fluido frigorígeno en el tercer intercambiador de calor.

- 5 La invención tiene también por objeto un procedimiento de funcionamiento de una máquina que permite regular mejor la potencia calorífica suministrada y la potencia frigorífica suministrada.

Se tiende también a resolver estas necesidades por medio de un procedimiento de funcionamiento de una máquina termodinámica, según la invención que se define mediante la reivindicación 10, que incluye las etapas de:

- 10 - Suministro de una máquina termodinámica según una de las realizaciones anteriores con un circuito frigorígeno;
 - Basculación entre un primer modo de funcionamiento y un segundo modo de funcionamiento, definiendo el primer modo de funcionamiento un montaje paralelo del tercer intercambiador de calor y del segundo intercambiador de calor entre la salida del primer intercambiador de calor y la entrada del compresor, definiendo el segundo modo de funcionamiento un montaje paralelo del tercer intercambiador de calor y del primer intercambiador de calor entre la salida del compresor y la entrada del segundo intercambiador de calor.

Se tiende también a resolver estas necesidades por medio de un procedimiento de funcionamiento de una máquina termodinámica que incluye las etapas de:

- 20 - Suministro de una máquina termodinámica según una de las realizaciones anteriores con dos circuitos frigorígenos;
 - Basculación entre un primer modo de funcionamiento y un segundo modo de funcionamiento, definiendo el primer modo de funcionamiento un primer circuito frigorígeno en el que el fluido frigorígeno no pasa a través del tercer intercambiador de calor y un segundo circuito frigorígeno en el que el segundo fluido frigorígeno no pasa a través del segundo intercambiador de calor, definiendo el segundo modo de funcionamiento un primer circuito frigorígeno en el que el fluido frigorígeno no pasa a través del primer intercambiador de calor y un segundo circuito frigorígeno en el que el segundo fluido frigorígeno no pasa a través del tercer intercambiador de calor.

Breve descripción de los dibujos

- 30 Otras ventajas y características se desprenderán más claramente a partir de la descripción que se ofrece a continuación de realizaciones particulares ofrecidas a modo de ejemplos no limitativos e ilustradas con ayuda de los dibujos adjuntos, en los que:
- 35 - la figura 1 representa, de manera esquemática, una termofrigobomba según la invención en la interfaz entre un elemento de consumo de energía calorífica, un elemento de consumo de energía frigorífica y una fuente externa, según una realización con un solo circuito frigorígeno;
 - la figura 2 representa, de manera esquemática, una termofrigobomba según la invención, que funciona según un modo denominado producción calorífica prioritaria;
 40 - la figura 3 representa, de manera esquemática, una termofrigobomba según la invención que funciona según un modo denominado producción calorífica en solitario;
 - la figura 4 representa, de manera esquemática, una termofrigobomba según la invención que funciona según un modo denominado producción calorífica equilibrada;
 - la figura 5 representa, de manera esquemática, una termofrigobomba según la invención, que funciona según el modo denominado producción frigorífica prioritaria;
 45 - la figura 6 representa, de manera esquemática, una termofrigobomba según la invención que funciona según el modo denominado producción frigorífica en solitario;
 - la figura 7 representa, de manera esquemática, una termofrigobomba según la invención que funciona según el modo denominado producción frigorífica equilibrada;
 50 - la figura 8 representa, de manera esquemática, otra configuración de termofrigobomba según la invención en la interfaz entre un elemento de consumo de energía calorífica, un elemento de consumo de energía frigorífica y una fuente externa con dos circuitos frigorígenos;
 - la figura 9 representa, de manera esquemática, una termofrigobomba según la invención, y según la realización descrita en la figura 8, que funciona globalmente según el modo denominado producción calorífica prioritaria;
 55 - La figura 10 representa, de manera esquemática, la termofrigobomba según la invención, y según la realización descrita en la figura 8, que funciona globalmente según el modo denominado producción frigorífica prioritaria.

Descripción de una realización preferida de la invención

- 60 La máquina termodinámica 100 es de tipo termofrigobomba, es decir, que la máquina termodinámica posee al menos una bomba de calor cuya energía útil es rechazada desde una fuente caliente y es extraída de una fuente fría.

La máquina termodinámica 100 posee una pluralidad de canalizaciones en las que pueden circular uno o varios fluidos. Los fluidos pueden estar en forma líquida o gaseosa. El sentido de circulación del fluido se expresa mediante flechas en las figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, y 10. Las canalizaciones que permiten una circulación de fluido se representan en línea continua mientras que las canalizaciones que no permiten una circulación de fluido se expresan mediante líneas discontinuas.

Las válvulas y los descompresores en posición abierta se indican en blanco. Las válvulas y los descompresores en posición cerrada se indican en negro. En posición abierta, la válvula permite la circulación de un fluido mientras que impide esta circulación cuando se encuentra en posición cerrada.

Las flechas negras dispuestas en los intercambiadores de calor indican por su parte una transferencia de calor a través de los intercambiadores térmicos. El sentido de las flechas negras indica el sentido de flujo del calor. Una flecha negra que sale de la máquina termodinámica 100 indica una transferencia de potencia calorífica de la máquina 100 hacia el exterior, mientras que una flecha negra que entra en la máquina termodinámica 100 indica una transferencia de potencia frigorífica de la máquina 100 hacia el exterior.

La termofrigobomba 100 comprende un circuito frigorígeno 1 en el que circula un fluido frigorígeno o al menos un fluido frigorígeno. Un fluido frigorígeno puede ser puro o una mezcla de fluidos. El fluido frigorígeno puede presentarse en forma gaseosa o líquida en función de la presión y de la temperatura en el circuito frigorígeno y especialmente en los intercambiadores de calor. De manera ventajosa, las temperaturas de cambio de estado líquido-gas del fluido frigorígeno están situadas en el interior del intervalo de temperaturas de funcionamiento de la máquina termodinámica. El fluido frigorígeno se elige preferentemente entre hidrofluorocarbonos, por ejemplo R134a (1,1,1,2-tetrafluoroetano), R410A (mezcla de difluorometano y 1,1,1,2,2-pentafluoroetano), R407C (mezcla de 1,1,1,2-tetrafluoroetano, 1,1,1,2,2-pentafluoroetano y de difluorometano) o entre hidrofluoroolefinas, por ejemplo R1234ze (trans-1,3,3,3-tetrafluoroprop-1-eno) o R-1233zd (trans-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno). Preferentemente, la temperatura de cambio de estado líquido-gas del fluido frigorígeno está comprendida entre -50°C y 100°C.

La termofrigobomba 100 posee un primer intercambiador térmico 2 que produce energía calorífica. El primer intercambiador térmico 2 alimenta un elemento de consumo de energía calorífica 200 también denominado fuente caliente por medio de un primer fluido caloportador. El primer fluido caloportador circula en las canalizaciones 201 y 202 que conectan un elemento secundario del primer intercambiador térmico 2 con el elemento de consumo de energía calorífica 200. El elemento de consumo de energía calorífica es por ejemplo un sistema de calefacción o un productor de agua caliente.

La termofrigobomba 100 produce energía frigorífica a través de un segundo intercambiador térmico 3. El segundo intercambiador térmico 3 alimenta un elemento de consumo de frío 300 también denominado fuente fría por medio de un segundo fluido caloportador que circula en las canalizaciones 301 y 302. Las canalizaciones 301 y 302 conectan un elemento secundario del segundo intercambiador térmico 3 con el elemento de consumo de frío 300. El elemento de consumo de frío es por ejemplo un sistema de refrigeración.

La termofrigobomba 100 posee un tercer intercambiador térmico 4 cuyo elemento secundario está conectado térmicamente con un elemento exterior 401 que puede ser la fuente externa 400 en sí o un tercer fluido caloportador que alimenta esta fuente externa 400. La termofrigobomba es capaz de intercambiar calor con la fuente externa 400. La temperatura de la fuente exterior está comprendida ventajosamente entre -40°C y 50°C. La fuente exterior puede ser aire ambiente.

Los fluidos caloportadores primero, segundo y tercero pueden ser idénticos o diferentes y estar presentes independientemente puros o en forma de una mezcla. El fluido caloportador puede incluir también sustancias minerales. Preferentemente, el fluido caloportador no cambia de estado durante la transferencia de calor entre un intercambiador de calor y un elemento de consumo de calor/frío o una fuente externa. El fluido caloportador puede elegirse entre agua, aire, una solución acuosa, monopropilenglicol, monoetilenglicol, soluciones alcohólicas o sales.

En funcionamiento, una parte de la energía calorífica o frigorífica producida por la máquina termodinámica 100, también denominada residuo de energía calorífica o residuo de energía frigorífica, debe ser evacuada hacia la fuente externa 400. Preferentemente, la fuente externa posee uno o varios elementos exteriores 401. Un elemento exterior 401 es un elemento natural, tal como aire ambiente, el agua del medio natural, el suelo o cualquier tipo de elemento exterior. La máquina termodinámica puede estar provista de uno o varios sistemas intermedios de intercambio térmico para abordar cada uno de los elementos exteriores.

El circuito frigorígeno 1 está conectado al elemento primario del primer intercambiador de calor 2, al elemento primario del segundo intercambiador de calor 3 y al elemento primario del tercer intercambiador de calor 4. El fluido frigorígeno circula de manera que desplaza calorías entre los intercambiadores de calor.

El primer intercambiador térmico 2, también denominado intercambiador condensador 2, permite transferir calor desde el fluido frigorígeno que circula en el elemento primario del intercambiador condensador 2 hacia un fluido caloportador que circula en el elemento secundario del intercambiador condensador 2, a la vez que asegura la condensación del fluido frigorígeno.

5

El segundo intercambiador térmico 3, también denominado intercambiador evaporador 3, permite transferir calor desde un fluido caloportador que circula en el elemento secundario del intercambiador evaporador 3 hacia el fluido frigorígeno que circula en el elemento primario del intercambiador evaporador 3, a la vez que asegura la evaporación del fluido frigorígeno.

10

El tercer intercambiador térmico 4, también denominado intercambiador de fuente 4, permite intercambiar calor entre el fluido frigorígeno que circula en el elemento primario del intercambiador de fuente 4 y el elemento exterior 401, en contacto con el elemento secundario del intercambiador de fuente 4, a la vez que asegura bien la condensación, o bien la evaporación, del fluido frigorígeno.

15

La termofrigobomba 100 comprende ventajosamente un primer sensor de temperatura 21 configurado para medir la temperatura TCH del fluido caloportador en salida del elemento secundario del intercambiador condensador 2 y ventajosamente un segundo sensor de temperatura 31 configurado para medir la temperatura TFR del fluido caloportador en salida del elemento secundario del intercambiador evaporador 3. La medida de las dos temperaturas puede ser enviada a un circuito de control 500 para asegurar la regulación de cada una de las temperaturas TFR y TCH a un valor de ajuste.

20

Puede usarse un tercer sensor de temperatura 23 para medir la temperatura T3 del fluido frigorígeno en salida del circuito primario del intercambiador condensador 2.

25

Puede usarse un cuarto sensor de temperatura 32 para medir la temperatura T1 en salida del circuito primario del intercambiador evaporador 3.

Un compresor permite comprimir el fluido frigorígeno en el circuito frigorígeno 1 cuando este se encuentra en estado gaseoso. El compresor está dispuesto en una canalización que conecta la salida del segundo intercambiador de calor 3 y la entrada del primer intercambiador de calor 2. En la realización ventajosa ilustrada, el compresor incluye un primer compresor 5 y un segundo compresor 6 montados en paralelo. El primer compresor 5 puede ser arrastrado por un primer motor eléctrico 53 provisto de un variador electrónico de velocidad 54 para adaptar su velocidad a la potencia calorífica o frigorífica solicitada. El segundo compresor 6 puede ser arrastrado por un segundo motor eléctrico 63.

30

El circuito frigorígeno 1 comprende también un primer sensor de presión 51 configurado para medir la presión PHP en salida del compresor y un segundo sensor de presión 52 configurado para medir la presión PBP en entrada del compresor.

35

En una realización preferente se monta un depósito 14 en el circuito frigorígeno 1 en la entrada del compresor. El depósito 14 está configurado para atrapar el fluido frigorígeno que se encuentra en estado líquido. Así, el compresor es alimentado con un fluido frigorígeno en estado gaseoso.

40

Se monta un primer descompresor 7 en el circuito frigorígeno 1 de manera que disminuye la presión del fluido frigorígeno cuando este circula en el descompresor 7 en estado líquido. El primer descompresor 7 está dispuesto en una canalización que conecta la salida del primer intercambiador de calor 2 con la entrada del segundo intercambiador de calor 3. El primer descompresor 7 está controlado preferentemente por medios electrónicos.

45

Se monta un segundo descompresor 8, preferentemente bidireccional, en el circuito frigorígeno 1 de manera que disminuye la presión del fluido frigorígeno cuando este circula en el descompresor 8 en estado líquido. El segundo descompresor 8 está dispuesto en una canalización en la que el fluido frigorígeno circula entre un nodo de enlace 20 y el tercer intercambiador de calor 4. El nodo de enlace 20 es capaz de conectar el segundo descompresor 8 al primer intercambiador de calor 2 y/o al segundo intercambiador de calor 3. El segundo descompresor 8 está controlado preferentemente por medios electrónicos.

50

El circuito frigorígeno 1 está configurado de manera que alimenta cada intercambiador de calor con fluido frigorígeno y asegura las transferencias de calorías entre los intercambiadores de calor. Sin embargo, el circuito frigorígeno 1 posee varias canalizaciones que conectan las entradas y las salidas de los intercambiadores de calor entre sí con el fin de poder definir diferentes sentido de circulación del fluido frigorígeno y, así, diferentes modos de funcionamiento.

55

El circuito frigorígeno 1 posee un primer nodo de enlace 15 que conecta la salida del compresor a la entrada del primer intercambiador de calor 2 y a un primer dispositivo de conmutación que define o incluye un quinto nodo de enlace 19.

60

Un segundo nodo de enlace 16 lleva a cabo la conexión entre la salida del primer intercambiador de calor 2, un primer terminal del primer descompresor 7 y un segundo dispositivo de conmutación que define o incluye un sexto nodo de enlace 20.

- 5 Un tercer nodo de enlace 17 lleva a cabo la conexión entre un segundo terminal del primer descompresor 7, la entrada del segundo intercambiador de calor 3 y el segundo dispositivo de conmutación.

Un cuarto nodo de enlace 18 lleva a cabo la conexión entre la entrada del compresor, la salida del segundo intercambiador de calor 3 y un quinto nodo de enlace 19. El cuarto nodo de enlace puede estar dispuesto entre la salida del segundo intercambiador de calor 3 y el depósito 14.

El quinto nodo de enlace 19 lleva a cabo la conexión entre el primer nodo de enlace 15, el cuarto nodo de enlace 18 y una primera entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4.

- 15 El sexto nodo de enlace 20 lleva a cabo la conexión entre el tercer nodo de enlace 17, el segundo nodo de enlace 16 y una segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 a través del segundo descompresor 8.

Puede usarse un quinto sensor de temperatura 42 para medir la temperatura T2 del fluido frigorígeno entre el nodo de enlace 19 y la primera entrada/salida del intercambiador de fuente 4. Por ejemplo, cuando el elemento primario del intercambiador de fuente 4 funciona como evaporador, el quinto sensor de temperatura mide la temperatura T2 del fluido frigorígeno en salida del elemento primario del intercambiador de fuente 4.

Puede usarse un sexto sensor de temperatura 43 para medir la temperatura T4 del fluido frigorígeno entre la segunda entrada/salida del intercambiador de fuente 4 y el sexto nodo de enlace 20, preferentemente entre la segunda entrada/salida del intercambiador de fuente 4 y el segundo descompresor 8. Cuando el circuito primario del intercambiador de fuente 4 funciona como condensador, el sexto sensor 43 mide la temperatura T4 del fluido frigorígeno en salida del elemento primario del intercambiador de fuente 4.

Según las necesidades de regulación de la máquina termodinámica, el primer dispositivo de conmutación está configurado para definir selectivamente una primera configuración o una segunda configuración. La primera configuración define un primer canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta la primera entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 al cuarto nodo de enlace 18 y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del dispositivo de conmutación desde el primer nodo de enlace 15 como se ilustra en la figura 2.

La segunda configuración define un segundo canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta el primer nodo de enlace 15 a la primera entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 como se ilustra en la figura 5, y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del dispositivo de conmutación hasta el cuarto nodo de enlace 18.

De manera ventajosa, el primer dispositivo de conmutación está configurado además para definir una configuración de bloqueo en la que ningún fluido atraviesa el primer dispositivo de conmutación.

El segundo dispositivo de conmutación está configurado para definir selectivamente una primera configuración o una segunda configuración. La primera configuración define un primer canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta el segundo nodo de enlace 16 a una segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del dispositivo de conmutación hasta el tercer nodo de enlace 17 como se ilustra en la figura 2.

La segunda configuración define un segundo canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta la segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 al tercer nodo de enlace 17 y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del dispositivo de conmutación desde el segundo nodo de enlace 16 como se ilustra en la figura 5.

De manera ventajosa, el segundo dispositivo de conmutación está configurado además para definir una configuración de bloqueo en la que ningún fluido atraviesa el segundo dispositivo de conmutación.

Como se ilustra en la figura 2, los primeros canales de circulación definidos por los dispositivos de conmutación primero y segundo permiten formar un canal de circulación que conecta la salida del primer intercambiador de calor 2 con la entrada del compresor pasando a través del tercer intercambiador de calor 4 para recuperar calor. Así, es posible ajustar la temperatura del fluido caloportador del elemento secundario del primer intercambiador de calor 2 y ajustar la temperatura del fluido caloportador del elemento secundario del segundo intercambiador de calor 3.

Como se ilustra en la figura 5, los segundos canales de circulación definidos por los dispositivos de conmutación primero y segundo permiten formar un canal de circulación que conecta la salida del compresor con la entrada del

segundo intercambiador de calor 3 pasando a través del tercer intercambiador de calor 4 para evacuar calor. Así, es posible ajustar la temperatura del fluido caloportador del elemento secundario del primer intercambiador de calor 2 y ajustar la temperatura del fluido caloportador del elemento secundario del segundo intercambiador de calor 3.

- 5 El primer dispositivo de conmutación puede estar formado por ejemplo por dos válvulas 10 y 11, preferentemente electroválvulas 10 y 11. A modo de ejemplo de realización, la primera válvula 10 puede estar montada entre el primer nodo de enlace 15 y el quinto nodo de enlace 19 y la segunda válvula 11 puede estar montada entre el quinto nodo de enlace 19 y el cuarto nodo de enlace 18.
- 10 El primer dispositivo de conmutación está configurado para permitir una primera circulación del fluido frigorígeno entre la primera entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 y la entrada del compresor 5, 6, para permitir una segunda circulación de fluido frigorígeno entre la salida del compresor 5, 6 y la primera entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 o para bloquear un flujo de fluido frigorígeno entre la salida del compresor y la primera entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 y bloquear un flujo de fluido frigorígeno entre la primera entrada/salida del tercer
- 15 intercambiador de calor 4 y la entrada del compresor 5. El primer dispositivo de conmutación está configurado ventajosamente para evitar conectar directamente la entrada y la salida del compresor.

- El segundo dispositivo de conmutación puede estar formado por ejemplo por dos válvulas 12 y 13, preferentemente electroválvulas 12 y 13. La válvula 12 está dispuesta ventajosamente entre el segundo nodo de enlace 16 y el sexto
- 20 nodo de enlace 20. La válvula 13 está dispuesta ventajosamente entre el sexto nodo de enlace 20 y el tercer nodo de enlace 17.

- El segundo dispositivo de conmutación está configurado para permitir una primera circulación del fluido frigorígeno entre la salida del primer intercambiador de calor 2 y la segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4,
- 25 para permitir una segunda circulación de fluido frigorígeno entre la segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 y la entrada del segundo intercambiador de calor 3 o para bloquear un flujo de fluido frigorígeno entre la segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 y la entrada del segundo intercambiador de calor 3 y bloquear un flujo de fluido frigorígeno entre la salida del primer intercambiador de calor 2 y la segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4. El primer dispositivo de conmutación está configurado ventajosamente para evitar
- 30 conectar directamente la salida del primer intercambiador de calor y la entrada del segundo intercambiador de calor lo que cortocircuita el descompresor 7.

- Los dispositivos de conmutación primero y segundo están configurados para disponer el tercer intercambiador de calor 4 en paralelo del segundo intercambiador de calor 3 con el fin de disociar la potencia frigorífica suministrada al segundo
- 35 intercambiador de calor 3 de la potencia frigorífica entregada por la máquina 100.

- Los dispositivos de conmutación primero y segundo están configurados para disponer el tercer intercambiador de calor 4 en paralelo del primer intercambiador de calor 2 con el fin de disociar la potencia calorífica suministrada al primer intercambiador de calor 2 de la potencia calorífica entregada por la máquina 100.
- 40

- Los dispositivos de conmutación primero y segundo pueden estar configurados también para sacar independientemente, el primer intercambiador de calor 2, el segundo intercambiador de calor 3 y el tercer intercambiador de calor 4 del circuito frigorígeno impidiendo la circulación del fluido frigorígeno en el interior de uno de estos intercambiadores. Los dispositivos de conmutación primero y segundo permiten adaptar fácilmente la potencia
- 45 calorífica y/o frigorífica entregada al primer intercambiador de calor y al segundo intercambiador de calor adaptando el funcionamiento del tercer intercambiador de calor.

- Esta configuración es especialmente ventajosa, ya que es compacta. Los nodos de enlace primero, segundo, tercero y cuarto pueden ser simplemente nodos de conexión y estar desprovistos de válvulas.
- 50

Según las realizaciones, la máquina termodinámica 100 posee un único circuito frigorígeno, dos circuitos frigorígenos o más de dos circuitos frigorígenos.

- La figura 2 ilustra un modo de funcionamiento de la máquina termodinámica denominado producción calorífica prioritaria. En este modo de funcionamiento, la potencia calorífica producida por la máquina termodinámica 100 a través del circuito frigorígeno 1 está adaptada a la potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor
- 55 200. Por ejemplo, el circuito de control 500 regula la potencia calorífica para mantener la temperatura TCH en un intervalo objeto. La potencia frigorífica producida por el circuito frigorígeno 1 es al menos igual a la potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío 300.

- 60 La totalidad de la potencia calorífica producida es transferida al elemento de consumo de calor 200 a través del intercambiador condensador 2. La flecha negra 203 representa una extracción de calor desde el circuito frigorígeno

hacia el elemento de consumo de calor 200. Una parte de la potencia frigorífica producida, correspondiente a la potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío 300, es transferida al elemento de consumo de frío 300 a través del intercambiador evaporador 3. La flecha negra 303 representa una extracción de calor desde el elemento de consumo de frío 300 hacia el circuito frigorígeno 1. Finalmente, la parte restante de la potencia frigorífica producida, no necesaria para el elemento de consumo de frío 300, es transferida a la fuente 400 a través del intercambiador de fuente 4. La flecha negra 403 representa una extracción de calor desde la fuente 400 hacia el circuito frigorígeno 1.

En este modo de funcionamiento, la salida del primer intercambiador de calor 2 está conectada a la entrada del segundo intercambiador de calor 3 y a la segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 para permitir un flujo de fluido frigorígeno desde el primer intercambiador de calor 2 hacia los intercambiadores de calor segundo y tercero 3 y 4. La salida del segundo intercambiador de calor 3 y la primera entrada/salida del segundo intercambiador de calor se unen por ejemplo antes de la entrada del compresor y ventajosamente antes de la entrada del depósito 14.

En el ejemplo particular ilustrado en la figura 2, la válvula 12 está abierta y la válvula 13 está cerrada. La válvula 11 está abierta y la válvula 10 está cerrada.

Con la válvula 10 cerrada, la totalidad del fluido frigorígeno en estado gaseoso y a alta presión, procedente del compresor, circula únicamente a través del elemento primario del intercambiador condensador 2, en el interior del cual el fluido frigorígeno se condensa cediendo calor al fluido caloportador que circula en el elemento secundario del intercambiador condensador 2. El fluido frigorígeno vuelve a salir del intercambiador condensador 2 a una temperatura T3 más baja y ventajosamente en estado líquido y a alta presión.

La presencia del sensor de temperatura 23 no es indispensable para el funcionamiento de la máquina. Sin embargo, la medida de la temperatura T3 combinada opcionalmente con la medida de presión PHP permite verificar que el descenso de temperatura relacionada con el intercambiador condensador 2 está en el intervalo buscado y/o que el fluido frigorígeno en salida del elemento primario del intercambiador condensador 2 se encuentra en fase líquida.

El uso del compresor 6 que funciona en modo todo o nada en asociación con el compresor 5 cuya velocidad de rotación puede ajustarse de forma continua, permite un ajuste continuo de la potencia calorífica transferida a través del intercambiador condensador 2. Es posible prever que, por debajo de una potencia umbral, solo puede activarse el compresor 5. La potencia que es posible transferir a través del intercambiador condensador 2 se determina así por la velocidad de rotación del compresor 5.

Más allá de la potencia umbral, cuando el compresor 5 en solitario no permite transferir ya la potencia requerida, por ejemplo cuando el compresor alcanza su velocidad máxima, se activa el segundo compresor 6. Este segundo compresor 6 suministra entonces una potencia adicional y la velocidad de rotación del compresor 5 es controlada con el fin de suministrar el complemento de potencia necesario para alcanzar la potencia requerida en el intercambiador condensador 2.

Este modo de funcionamiento de los compresores 5 y 6 que combina la activación o la desactivación del segundo compresor 6 y el ajuste de la velocidad de rotación del primer compresor 5, permite así ajustar de forma continua la potencia calorífica transmitida a través del intercambiador condensador 2, y por tanto regular la temperatura TCH de salida del fluido caloportador a su valor de ajuste.

En salida del intercambiador condensador 2, el fluido frigorígeno atraviesa el segundo nodo de enlace 16 en el que se escinde en dos partes. Una parte del fluido frigorígeno se dirige hacia la entrada del segundo intercambiador de calor 3 a través del descompresor 7. En el descompresor 7, el fluido frigorígeno experimenta un descenso de su presión. En salida del descompresor 7, el fluido está a baja presión y ventajosamente en estado líquido. El fluido frigorígeno se dirige a través del tercer nodo de enlace 17 hacia el elemento primario del intercambiador evaporador 3 en el interior del cual el fluido frigorígeno se evapora captando calor desde el fluido caloportador que circula en el elemento secundario del intercambiador evaporador 3.

En salida del elemento primario del intercambiador evaporador 3, el fluido frigorígeno se encuentra mayoritariamente en estado gaseoso y a baja presión. El fluido frigorígeno alcanza el depósito 14 a través del nodo de enlace 18.

La otra parte del fluido frigorígeno que sale del intercambiador condensador 2 se dirige hacia el tercer intercambiador de calor 4 a través del descompresor 8. El fluido frigorígeno en estado líquido experimenta un descenso de su presión por medio del descompresor 8. En salida del descompresor 8, el fluido en estado líquido y a baja presión atraviesa el elemento primario del intercambiador de fuente 4, que funciona así como evaporador. El fluido frigorígeno se evapora en el tercer intercambiador de calor 4 captando calor a partir del elemento exterior que se encuentra en contacto con

el elemento secundario del intercambiador de fuente 4. Al salir del elemento primario del intercambiador de fuente 4, el fluido frigorígeno se encuentra en estado gaseoso y a baja presión.

De manera ventajosa, la medida combinada de las temperaturas T1 y T2 se usa para determinar el valor de sobrecalentamiento del fluido frigorígeno en salida del intercambiador evaporador 3, por una parte, y en salida del intercambiador de fuente 4, por otra parte. En una realización privilegiada, la medida de las temperaturas T1 y T2 se usa para imponer el valor de sobrecalentamiento del fluido frigorígeno en salida del intercambiador evaporador 3 y en salida del intercambiador de fuente 4.

10 Ventajosamente, la medida combinada de las temperaturas T1 y T2 se usa para controlar la tasa de apertura del descompresor 7 y la tasa de apertura del descompresor 8 llegado el caso. Las medidas de las temperaturas se usan para asegurar la evaporación completa del fluido frigorígeno a la vez en el elemento primario del intercambiador evaporador 3 y en el elemento primario del intercambiador de fuente 4. De manera especialmente ventajosa, la medida de temperatura se asocia a una medida de la presión PBP para controlar mejor el valor del sobrecalentamiento.

15 Resulta ventajoso controlar la tasa de apertura del descompresor 7 con respecto a la tasa de apertura del descompresor 8 con el fin de regular la proporción de fluido que atraviesa el descompresor 7 y el intercambiador evaporador 3 con respecto a la proporción de fluido que atraviesa el descompresor 8 y el tercer intercambiador de calor 4. El control de la proporción de fluido que atraviesa el elemento primario del intercambiador evaporador 3 permite
20 ajustar de forma continua la potencia transmitida a través del intercambiador evaporador 3, y por tanto regular la temperatura de salida del fluido caloportador TFR a su valor de ajuste. El excedente de potencia es evacuado por el tercer intercambiador de calor 4.

Así la termofrigobomba 100, en modo de producción calorífica prioritaria, permite ajustar de forma continua las
25 potencias calorífica y frigorífica transmitidas respectivamente a través del intercambiador condensador 2 y el intercambiador evaporador 3, y por tanto regular la temperatura del fluido caloportador TCH en salida del elemento secundario del intercambiador condensador 2 y la temperatura del fluido caloportador TFR en salida del elemento secundario del intercambiador evaporador 3, a su valor de ajuste.

30 La figura 3 representa la máquina termodinámica en un modo de funcionamiento denominado producción calorífica prioritaria y más en particular producción calorífica en solitario. La potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío 300 es nula. La totalidad de la potencia calorífica producida por la máquina termodinámica 100 es transferida así al elemento de consumo de calor 200 a través del intercambiador condensador 2. La flecha negra 203
35 representa la extracción de calor desde la máquina 100 hacia el elemento de consumo de calor 200.

La totalidad de la potencia frigorífica producida por la máquina frigorífica 100 es transferida a la fuente 400 a través del intercambiador de fuente 4. La flecha negra 403 representa la inyección de calor desde la fuente externa hacia el
40 circuito frigorígeno. En este caso particular, no tiene lugar ningún intercambio térmico a través del intercambiador evaporador 3, el descompresor 7 está totalmente cerrado, de manera que no deja pasar ningún fluido frigorígeno en el elemento primario del intercambiador evaporador 3. La totalidad del fluido frigorígeno que sale del intercambiador condensador 2 en estado líquido y a alta presión, se dirige hacia el descompresor 8 en el que este fluido frigorígeno experimenta un descenso de su presión.

En salida del descompresor 8, el fluido en estado líquido y a baja presión atraviesa el elemento primario del
45 intercambiador de fuente 4 en el interior del cual el fluido frigorígeno se evapora captando calor en el elemento exterior que se encuentra en contacto con el elemento secundario del intercambiador de fuente 4. Al salir del elemento primario del intercambiador de fuente 4, el fluido frigorígeno en estado gaseoso y a baja presión entra en el depósito 14. El grado de apertura del descompresor 8 es ventajosamente controlado con el fin de asegurar un sobrecalentamiento suficiente del fluido frigorígeno en salida del intercambiador de fuente 4, que asegure así la evaporación completa del
50 fluido frigorígeno en el elemento primario del intercambiador de fuente 4. La realización ilustrada en la figura 3 representa un caso particular del funcionamiento ilustrado en la figura 2 en el que la potencia frigorífica consumida por el elemento de consumo de frío 300 es nula.

La figura 4 representa la máquina termodinámica sustancialmente en el mismo modo de funcionamiento que el
55 ilustrado en la figura 2. La figura representa un modo de funcionamiento denominado producción calorífica equilibrada, en el que la potencia frigorífica producida por la máquina termodinámica alcanza exactamente la potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío 300.

La totalidad de la potencia calorífica producida por la máquina termodinámica 100 es transferida al elemento de
60 consumo de calor 200 a través del intercambiador condensador 2 como se representa mediante la flecha negra 203. La totalidad de la potencia frigorífica producida por la máquina frigorífica 100 es transferida al elemento de consumo de frío 300 a través del intercambiador evaporador 3 como se representa mediante la flecha negra 303.

En este caso particular, no tiene lugar ningún intercambio térmico a través del intercambiador de fuente 4, el descompresor 8 puede estar totalmente cerrado, de manera que no deja pasar ningún fluido frigorígeno en el elemento primario del intercambiador de fuente 4. También es posible cerrar las válvulas 12 y 13. Así, la totalidad del fluido frigorígeno que sale en estado líquido y a alta presión del intercambiador condensador 2 se dirige hacia el descompresor 7 en el que el fluido frigorígeno experimenta un descenso de su presión. En salida del descompresor 7, el fluido en estado líquido y a baja presión atraviesa el elemento primario del intercambiador evaporador 3 en el interior del cual el fluido frigorígeno se evapora captando calor en el fluido caloportador que circula en el elemento secundario del intercambiador evaporador 3.

10 En salida del elemento primario del intercambiador evaporador 3, el fluido frigorígeno en estado gaseoso y a baja presión entra en el depósito 14. La tasa de apertura del descompresor 7 se controla con el fin de asegurar un sobrecalentamiento suficiente del fluido frigorígeno en salida del intercambiador evaporador 3, asegurando así la evaporación completa del fluido frigorígeno en el elemento primario del intercambiador evaporador 3.

15 La figura 5 representa la máquina termodinámica en un modo de funcionamiento que se denomina producción frigorífica prioritaria. En este modo de funcionamiento, la potencia frigorífica producida por el circuito frigorígeno 1 está adaptada a la potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío 300, y la potencia calorífica producida por la máquina termodinámica es al menos igual a la potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor 200. Por ejemplo, el circuito de control 500 regula la potencia frigorífica para mantener la temperatura TFR en un intervalo objeto. La totalidad de la potencia frigorífica producida por la máquina termodinámica 100 es transferida al elemento de consumo de frío 300 a través del intercambiador evaporador 3 como se representa mediante la flecha negra 303.

Una parte de la potencia calorífica producida por la máquina frigorífica 100, correspondiente a la potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor 200, es transferida al elemento de consumo de calor 200 a través del intercambiador condensador 2 como se representa mediante la flecha negra 203.

La parte restante de la potencia calorífica producida por la máquina frigorífica 100 no necesaria para el elemento de consumo de calor 200 es transferida a la fuente 400 a través del intercambiador de fuente 4. La flecha negra 403 representa una extracción de calor desde el circuito frigorígeno hacia la fuente externa.

En este modo de funcionamiento, la salida del compresor alimenta la entrada del primer intercambiador de calor 2 y la primera entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4. En el ejemplo ilustrado, la válvula 10 está abierta y la válvula 11 está cerrada. La segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor 4 está conectada con la entrada del segundo intercambiador de calor 3. En el ejemplo ilustrado, la válvula 13 está abierta y la válvula 12 está cerrada.

En salida del compresor, el fluido frigorígeno se encuentra en estado gaseoso y a alta presión y atraviesa el primer nodo de enlace 15 en el que se escinde en dos partes. Una parte del fluido frigorígeno se dirige hacia el elemento primario del intercambiador condensador 2, en el interior del cual el fluido frigorígeno se condensa cediendo calor al fluido caloportador que circula en el elemento secundario del intercambiador condensador 2. El fluido frigorígeno vuelve a salir del intercambiador condensador 2 en estado líquido y a alta presión, y a la temperatura T3. Resulta ventajoso cerrar la válvula 12 de manera que el fluido frigorígeno que sale del intercambiador condensador 2 esté orientado hacia el descompresor 7. El fluido frigorígeno en estado líquido experimenta un descenso de su presión en el interior del descompresor 7.

En salida del descompresor 7, el fluido en estado líquido y a baja presión se dirige hacia el nodo de enlace 17.

La otra parte de fluido frigorígeno se dirige hacia el elemento primario del intercambiador de fuente 4 que funciona entonces en modo condensador. En el interior del intercambiador de fuente 4, el fluido frigorígeno se condensa cediendo calor al elemento exterior que se encuentra en contacto con el elemento secundario del intercambiador de fuente 4.

La presencia del sensor de temperatura 43 no es indispensable para el funcionamiento de la máquina. Sin embargo, una medida de la temperatura T4 permite verificar que el valor de refrigeración del fluido frigorígeno en salida del elemento primario del intercambiador de fuente 4 se encuentra en el intervalo buscado cuando el intercambiador de fuente 4 funciona como condensador. La medida de la temperatura se usa ventajosamente para controlar que el fluido frigorígeno se encuentra en estado líquido en salida del elemento primario del intercambiador de fuente 4. Resulta ventajoso asociar la medida de la temperatura T4 con la medida de la presión PHP para controlar que el fluido frigorígeno se encuentra en estado líquido en salida del elemento primario del intercambiador de fuente 4.

Al salir del elemento primario del intercambiador de fuente 4, el fluido frigorígeno se orienta hacia el descompresor 8, en el que el fluido frigorígeno en estado líquido experimenta un descenso de su presión. En salida del descompresor

8, el fluido en estado líquido y a baja presión se dirige a través de la válvula 13, que está abierta, hacia el nodo de enlace 17.

En el tercer nodo de enlace 17, la parte de fluido frigorígeno procedente del intercambiador condensador 2 y después el descompresor 7 y la parte de fluido frigorígeno procedente del intercambiador de fuente 4 y después el descompresor 8, se mezcla antes de entrar en el elemento primario del intercambiador evaporador 3. La totalidad del fluido frigorígeno, en estado líquido y a baja presión circula a través del elemento primario del intercambiador evaporador 3, en el interior del cual el fluido frigorígeno se evapora captando calor en el fluido caloportador que circula en el elemento secundario del intercambiador evaporador 3.

En salida del elemento primario del intercambiador evaporador 3, el fluido frigorígeno se encuentra en estado gaseoso y a baja presión. El fluido frigorígeno alcanza ventajosamente el depósito 14. Como antes, resulta ventajoso usar un segundo compresor 6 que funcione en modo todo o nada en asociación con el primer compresor 5 cuya velocidad de rotación puede ajustarse de forma continua. Esto permite un ajuste continuo de la potencia frigorífica transferida a través del intercambiador evaporador 3. El control de los compresores 5 y 6, que combina la activación o la desactivación del compresor 6 y el ajuste de la velocidad de rotación del compresor 5, permite así ajustar de forma continua la potencia frigorífica transmitida a través del intercambiador evaporador 3, y por tanto regular la temperatura de salida del fluido caloportador TFR a su valor de ajuste.

Como en la realización ilustrada en la figura 2, la tasa de apertura de los descompresores 7 y 8 puede controlarse con el fin de asegurar un sobrecalentamiento suficiente del fluido frigorígeno en salida del elemento primario del intercambiador evaporador 3, asegurando así la evaporación completa del fluido frigorígeno en el elemento primario del intercambiador evaporador 3. La medida de la temperatura T1, opcionalmente en asociación con la medida de la baja presión PBP, permite controlar que el valor del sobrecalentamiento del fluido frigorígeno en salida del intercambiador evaporador 3 esté en el intervalo buscado.

El control de las tasas de apertura de los descompresores 7 y 8, por ejemplo el valor relativo del grado de apertura del descompresor 7 con respecto al grado de apertura del descompresor 8, permite regular la proporción de fluido que atraviesa el intercambiador condensador 2. El control de la proporción de fluido que atraviesa el elemento primario del intercambiador condensador 2 permite ajustar de forma continua la potencia transmitida a través del intercambiador condensador 2, y por tanto regular la temperatura de salida del fluido caloportador TCH a su valor de ajuste.

Así la termofrigobomba 100, en modo de producción frigorífica prioritaria, permite ajustar de forma continua las potencias calorífica y frigorífica transmitidas respectivamente a través del intercambiador condensador 2 y el intercambiador evaporador 3, y por tanto regular la temperatura del fluido caloportador TCH en salida del elemento secundario del intercambiador condensador 2 y la temperatura del fluido caloportador TFR en salida del elemento secundario del intercambiador evaporador 3, a su valor de ajuste.

La figura 6 representa un modo de funcionamiento particular de lo que se ilustra en la figura 5 y denominado producción frigorífica en solitario. La potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor 200 es nula. La totalidad de la potencia frigorífica producida por la máquina termodinámica 100 es transferida al elemento de consumo de frío 300 a través del intercambiador evaporador 3 como se representa mediante la flecha negra 303. La totalidad de la potencia calorífica producida por la máquina frigorífica 100 es transferida a la fuente 400 a través del intercambiador de fuente 4 como se representa mediante la flecha negra 403.

En este caso particular, no tiene lugar ningún intercambio térmico a través del intercambiador condensador 2, el descompresor 7 está totalmente cerrado, de manera que no deja pasar ningún fluido frigorígeno en el elemento primario del intercambiador condensador 2. Así, la totalidad del fluido frigorígeno, en estado gaseoso y a alta presión en salida del compresor, se dirige hacia el circuito primario del intercambiador de fuente 4, que funciona como condensador, y en el interior del cual el fluido frigorígeno se condensa transfiriendo calor al elemento exterior que se encuentra en contacto con el elemento secundario del intercambiador de fuente 4. Al salir del elemento primario del intercambiador de fuente 4, el fluido frigorígeno en estado líquido y a alta presión, entra en el descompresor bidireccional 8 en el que este fluido frigorígeno experimenta un descenso de su presión.

En el ejemplo ilustrado, la válvula 10 está abierta y la válvula 11 está cerrada. Al salir del descompresor 8, la totalidad del fluido frigorígeno en estado líquido y a baja presión se dirige hacia el circuito primario del intercambiador evaporador 3, en el interior del cual el fluido frigorígeno se evapora captando el calor en el fluido caloportador que circula en el elemento secundario del intercambiador evaporador 3. En el ejemplo ilustrado, la válvula 13 está abierta y la válvula 12 está cerrada.

El fluido frigorígeno vuelve a salir del intercambiador evaporador 3 en estado gaseoso y a baja presión, y después entra ventajosamente en el depósito 14 a través del nodo de enlace 18. La tasa de apertura del descompresor 8 se

controla de manera que se obtiene un sobrecalentamiento suficiente del fluido frigorígeno en salida del intercambiador evaporador 3, asegurando así la evaporación completa del fluido frigorígeno en el elemento primario del intercambiador evaporador 3.

- 5 La figura 7 representa otro modo de funcionamiento particular del ilustrado en la figura 5 y es denominado producción frigorífica equilibrada. La potencia calorífica producida por la máquina termodinámica alcanza exactamente la potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor. La totalidad de la potencia frigorífica producida por la máquina termodinámica 100 es transferida al elemento de consumo de frío 300 a través del intercambiador evaporador 3 como se representa mediante la flecha negra 303.

10

La totalidad de la potencia calorífica producida por la máquina frigorífica 100 es transferida al elemento de consumo de calor 200 a través del intercambiador condensador 2 como se representa mediante la flecha negra 203. No tiene lugar ningún intercambio térmico a través del intercambiador de fuente 4, el descompresor 8 está totalmente cerrado, de manera que no deja pasar ningún fluido frigorígeno en el elemento primario del intercambiador de fuente 4. También es posible cerrar las válvulas 10 y 11. Así, la totalidad del fluido frigorígeno, en estado gaseoso y a alta presión en salida de los compresores 5 y 6, se dirige hacia el circuito primario del intercambiador condensador 2, en el interior del cual el fluido frigorígeno se condensa cediendo calor al fluido caloportador que circula en el elemento secundario del intercambiador condensador 2.

15

- 20 Al salir del elemento primario del intercambiador condensador 2, el fluido frigorígeno en estado líquido y a alta presión, entra en el descompresor 7. El fluido frigorígeno experimenta así un descenso de su presión. Al salir del descompresor 7, la totalidad del fluido frigorígeno en estado líquido y a baja presión se dirige hacia el circuito primario del intercambiador evaporador 3, en el interior del cual el fluido frigorígeno se evapora captando calor en el fluido caloportador que circula en el elemento secundario del intercambiador evaporador 3.

25

El fluido frigorígeno vuelve a salir del intercambiador evaporador 3 en estado gaseoso y a baja presión, y después entra ventajosamente en el depósito 14. La tasa de apertura del descompresor 7 se controla de manera que se obtiene un sobrecalentamiento suficiente del fluido frigorígeno en salida del intercambiador evaporador 3, asegurando así la evaporación completa del fluido frigorígeno en el elemento primario del intercambiador evaporador 3.

30

Según los modos de funcionamiento, el circuito de control 500 modifica el estado de los dispositivos de conmutación primero y segundo para que definan selectivamente un canal de circulación en el que el tercer intercambiador de calor 4 está montado en paralelo con el primer intercambiador de calor 2 o un canal de circulación en el que el tercer intercambiador de calor 4 está montado en paralelo con el segundo intercambiador de calor 3.

35

La figura 8 representa esquemáticamente otro modo de realización de una termofrigobomba 100 que incluye dos circuitos frigorígenos distintos 1 y 101. Cada circuito frigorígeno 1/101 alimenta un elemento primario de los múltiples intercambiadores de calor. El primer circuito frigorígeno 1 es idéntico al descrito anteriormente en relación con las realizaciones ilustradas en las figuras 1 a 7.

40

Los dos circuitos frigorígenos 1/101 son ventajosamente idénticos e incluyen cada uno un compresor 5/6 y 105/106 preferentemente dispuesto en la canalización que conecta el segundo intercambiador de calor 3 con el primer intercambiador de calor 2. Cada circuito frigorígeno 1 y 101 incluye también dos descompresores 7, 8 y 107, 108. Las características técnicas de los elementos que forman el segundo circuito frigorígeno pueden retomar las características ya indicadas anteriormente para el primer circuito frigorígeno. El segundo circuito frigorígeno incluye seis nodos de enlace dispuestos de manera idéntica a como se ha descrito anteriormente e incluye también los dos dispositivos de conmutación. El segundo circuito frigorígeno puede incluir también un depósito 114, así como sensores de temperatura. Cada sensor de temperatura del segundo circuito frigorígeno es un sensor equivalente a como se ha descrito en el primer circuito frigorígeno.

50

El segundo circuito frigorígeno 101 permite la circulación de un segundo fluido frigorígeno que puede ser idéntico o diferente al primer fluido frigorígeno en su composición.

- El circuito frigorígeno 101 comprende ventajosamente un sensor de presión 151 configurado para medir la presión PHP101 en salida del compresor 105/106. El circuito frigorígeno 101 puede incluir también otro sensor de presión 152 configurado para medir la presión PBP101 en entrada del compresor 105/106.

55

- El tercer descompresor 107 permite disminuir la presión del segundo fluido frigorígeno cuando este circula en el descompresor 107 en estado líquido. El circuito frigorígeno 101 incluye también un cuarto descompresor 108 que ventajosamente está controlado por medios electrónicos. De manera preferente, el cuarto descompresor 108 es bidireccional y permite disminuir la presión del fluido frigorígeno cuando este circula en el descompresor 108 en estado líquido.

60

Como se indica anteriormente, el segundo circuito frigorígeno 101 incluye un primer sensor de temperatura del fluido frigorígeno 132 configurado para medir la temperatura T101 en salida del segundo circuito primario del intercambiador evaporador 3.

- 5 El segundo circuito frigorígeno 101 incluye un segundo sensor de temperatura del fluido frigorígeno 142 configurado para medir la temperatura T102 del fluido frigorígeno en salida del segundo circuito primario del intercambiador de fuente 4 cuando este funciona como evaporador.

- 10 El segundo circuito frigorígeno 101 incluye un tercer sensor de temperatura del fluido frigorígeno 123, configurado para medir la temperatura T103 del fluido frigorígeno en salida del segundo circuito primario del intercambiador condensador 2.

- 15 El segundo circuito frigorígeno 101 incluye también un cuarto sensor de temperatura del fluido frigorígeno 143 configurado para medir la temperatura T104 del fluido frigorígeno en salida del segundo circuito primario del intercambiador de fuente 4 cuando este funciona como condensador.

- 20 En un primer tipo de funcionamiento, la termofrigobomba 100 de dos circuitos frigorígenos puede funcionar según los mismos modos de producción que los ilustrados en las figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7. En estos casos de ejemplo, los dos circuitos frigorígenos están conectados a los mismos intercambiadores de calor y los dos fluidos frigorígenos circulan de manera idéntica en los dos circuitos. El primer dispositivo de conmutación del primer circuito frigorígeno está en el mismo estado que el primer dispositivo de conmutación del segundo circuito frigorígeno. Según la misma lógica el segundo dispositivo de conmutación del primer circuito frigorígeno está en el mismo estado que el segundo dispositivo de conmutación del segundo circuito frigorígeno.

- 25 Sin embargo, resulta ventajoso prever que los dos circuitos frigorígenos 1 y 101 ilustrados en la figura 8 se consideren dos subconjuntos termodinámicos que pueden funcionar de manera independiente. Cada uno de los dos circuitos frigorígenos 1 y 101 puede funcionar independientemente según uno u otro de los dos modos que son el modo de producción calorífica prioritaria, que incluye como casos particulares la producción calorífica en solitario y la producción calorífica equilibrada, y el modo de producción frigorífica prioritaria, que incluye como casos particulares la producción frigorífica en solitario y la producción frigorífica equilibrada. Las figuras 9 y 10 ofrecen dos ejemplos de realización de dos modos de funcionamiento de los circuitos frigorígenos 1 y 101.

- 35 En el modo de funcionamiento ilustrado en la figura 9 y que funciona globalmente según el modo denominado producción calorífica prioritaria, la potencia calorífica producida por la máquina termodinámica 100 está adaptada a la potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor 200, y la potencia frigorífica producida por la máquina termodinámica supera la potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío 300.

- 40 La totalidad de la potencia calorífica producida por la máquina termodinámica 100 es transferida al elemento de consumo de calor 200 a través del intercambiador condensador 2 como se representa mediante la flecha negra 203. Una parte de la potencia frigorífica producida por la máquina frigorífica 100, correspondiente a la potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío 300, es transferida al elemento de consumo de frío 300 a través del intercambiador evaporador 3 como se representa mediante la flecha negra 303.

- 45 Finalmente, la parte restante de la potencia frigorífica producida por la máquina termodinámica 100, que no ha sido transferida al elemento de consumo de frío 300, es transferida a la fuente 400 a través del intercambiador de fuente 4 como se representa mediante la flecha negra 403.

- 50 Incluso si la máquina termodinámica funciona globalmente según el modo de producción calorífica prioritaria, cada uno de los dos circuitos 1 y 101 funciona según un modo que le es propio. Así, el circuito frigorígeno 1 funciona según el modo de producción frigorífica prioritaria en el caso particular denominado producción frigorífica equilibrada, en el que la potencia calorífica producida por el circuito frigorígeno 1 es transferida totalmente al elemento de consumo de calor 200. Este modo de funcionamiento del circuito frigorígeno 1 es idéntico al modo de funcionamiento de la máquina termodinámica 100 de un único circuito frigorígeno, que se ilustra en la figura 7.

- 55 Por su parte, el circuito frigorígeno 101 funciona según el modo de producción calorífica prioritaria en el caso particular denominado producción calorífica en solitario, en el que la potencia frigorífica producida por el circuito frigorígeno 101 es transferida totalmente a la fuente. Este modo de funcionamiento del circuito frigorígeno 101 es idéntico al modo de funcionamiento de la máquina termodinámica 100 de un único circuito frigorígeno, que se ilustra en la figura 3.

- 60 En el circuito frigorígeno 1, la válvula 11 y el descompresor 8 están cerrados. La totalidad del fluido frigorígeno en estado gaseoso y a alta presión en salida de los compresores 5 y 6 se dirige hacia un primer circuito primario del intercambiador condensador 2, en el interior del cual el fluido frigorígeno se condensa cediendo calor al fluido

caloportador que circula en el elemento secundario de este intercambiador condensador 2.

En salida del elemento primario del intercambiador condensador 2, la válvula 12 está cerrada y la totalidad del fluido frigorígeno en estado líquido y a alta presión penetra en el descompresor 7. El fluido frigorígeno experimenta un descenso de su presión, y después se dirige hacia un primer circuito primario del intercambiador evaporador 3, en el interior del cual se evapora captando calor en el fluido caloportador que circula en el elemento secundario de este intercambiador evaporador 3. En salida del primer circuito primario del intercambiador evaporador 3, el fluido frigorígeno en estado gaseoso y a baja presión entra en el depósito 14 y después en los compresores 5 y 6.

En el circuito frigorígeno 101, con la válvula 110 cerrada, la totalidad del fluido frigorígeno en estado gaseoso y a alta presión en salida de los compresores 105 y 106 se dirige hacia el segundo circuito primario del intercambiador condensador 2, en el interior del cual el fluido frigorígeno se condensa cediendo calor al fluido caloportador que circula en el elemento secundario de este intercambiador condensador 2.

En salida del segundo circuito primario del intercambiador condensador 2, con el descompresor 107 cerrado, la totalidad del fluido frigorígeno en estado líquido y a alta presión se dirige a través de la válvula 112, que está abierta, hacia el descompresor 108. El fluido frigorígeno experimenta un descenso de su presión, y después penetra en el segundo circuito primario del intercambiador de fuente 4, que funciona así como evaporador, y en el interior del cual el fluido frigorígeno se evapora captando calor desde el elemento exterior que se encuentra en contacto con el elemento secundario de este intercambiador de fuente 4. En salida del segundo circuito primario del intercambiador de fuente 4, el fluido frigorígeno en estado gaseoso y a baja presión entra en el depósito 114 y después en los compresores 105 y 106.

En este modo funcionamiento, el circuito frigorígeno 1 produce una parte de la energía calorífica transferida al elemento de consumo de calor 200 así como la totalidad de la energía frigorífica transferida al elemento de consumo de frío 300, con un rendimiento energético correspondiente a las temperaturas requeridas en el elemento secundario del intercambiador condensador 2 y en el elemento secundario del intercambiador evaporador 3. El circuito frigorígeno 101 produce la otra parte de la energía calorífica transferida al elemento de consumo de calor 200 así como la totalidad de la energía frigorífica transferida a la fuente 400, con un rendimiento energético correspondiente a las temperaturas requeridas en el elemento secundario del intercambiador condensador 2 y en el elemento secundario del intercambiador de fuente 4. Como la temperatura requerida en salida del elemento secundario del intercambiador evaporador 3 para transferir la energía frigorífica hacia el elemento de consumo de frío y la temperatura requerida en salida del elemento secundario del intercambiador de fuente 4 para evacuar la energía frigorífica hacia la fuente son en general diferentes, cada uno de los dos circuitos frigorígenos 1 y 101 funciona entonces con su propio rendimiento, optimizando así el rendimiento global de la máquina termodinámica 100.

La figura 10 ilustra otro modo de funcionamiento particular de una máquina termodinámica ilustrada en la figura 8, y que funciona globalmente según el modo denominado producción frigorífica prioritaria. En este modo de funcionamiento, la potencia frigorífica producida por la máquina termodinámica 100 está adaptada a la potencia frigorífica requerida por el elemento de consumo de frío 300, y la potencia calorífica producida por la máquina termodinámica supera la potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor 200.

La totalidad de la potencia frigorífica producida por la máquina termodinámica 100 es transferida al elemento de consumo de frío 300 a través del intercambiador evaporador 3 como se representa mediante la flecha negra 303. Una parte de la potencia calorífica producida por la máquina frigorífica 100, correspondiente a la potencia calorífica requerida por el elemento de consumo de calor 200, es transferida al elemento de consumo de calor 200 a través del intercambiador condensador 2 como se representa mediante la flecha negra 203. Finalmente, la parte restante de la potencia calorífica producida por la máquina frigorífica 100, no necesaria para el elemento de consumo de calor 200, es transferida a la fuente 400 a través del intercambiador de fuente 4 como se representa mediante la flecha negra 403.

Incluso si la máquina funciona globalmente según el modo de producción frigorífica prioritaria, cada uno de los dos circuitos 1 y 101 funciona según un modo que le es propio. Así el circuito frigorígeno 1 funciona según el modo de producción frigorífica prioritaria en el caso particular denominado producción frigorífica en solitario, en el que la potencia calorífica producida por el circuito frigorígeno 1 es transferida totalmente a la fuente. Este modo de funcionamiento del circuito frigorígeno 1 es idéntico al modo de funcionamiento de la máquina termodinámica 100 de un único circuito frigorígeno, que se ilustra en la figura 6.

Por su parte, el circuito frigorígeno 101 funciona según el modo de producción calorífica prioritaria en el caso particular denominado producción calorífica equilibrada, en el que la potencia frigorífica producida por el circuito frigorígeno 101 es transferida totalmente al elemento de consumo de frío. Este modo de funcionamiento del circuito frigorígeno 101 es idéntico al modo de funcionamiento de la máquina termodinámica 100 de un único circuito frigorígeno, que se ilustra en la figura 4.

En el circuito frigorígeno 1, el descompresor 7 y la válvula 12 están cerrados. La totalidad del fluido frigorígeno en estado gaseoso y a alta presión en salida del compresor se dirige hacia el primer circuito primario del intercambiador de fuente 4, que funciona entonces en modo condensador, y en el interior del cual el fluido frigorígeno se condensa cediendo calor al elemento exterior que se encuentra en contacto con el elemento secundario de este intercambiador de fuente 4.

En salida del elemento primario del intercambiador de fuente 4, el fluido frigorígeno en estado líquido y a alta presión penetra en el descompresor 8 y experimenta un descenso de su presión, y después se dirige hacia el primer circuito primario del intercambiador evaporador 3, en el interior del cual se evapora captando calor en el fluido caloportador que circula en el elemento secundario de este intercambiador evaporador 3.

En salida del elemento primario del intercambiador evaporador 3, el fluido frigorígeno en estado gaseoso y a baja presión entra en el depósito 14 y después en los compresores 5 y 6. En el circuito frigorígeno 101, la válvula 110 está cerrada. La totalidad del fluido frigorígeno en estado gaseoso y a alta presión en salida del compresor se dirige hacia el segundo circuito primario del intercambiador condensador 2, en el interior del cual el fluido frigorígeno se condensa cediendo calor al fluido caloportador que circula en el elemento secundario de este intercambiador condensador 2.

En salida del elemento primario del intercambiador condensador 2, el descompresor 108 está cerrado. La totalidad del fluido frigorígeno en estado líquido y a alta presión se dirige hacia el descompresor 107 en el que fluido frigorígeno experimenta un descenso de su presión, y después penetra en el segundo circuito primario del intercambiador evaporador 3, en el interior del cual el fluido frigorígeno se evapora captando calor en el fluido caloportador que circula en el elemento secundario de este intercambiador evaporador 3. En salida del elemento primario del intercambiador evaporador 3, el fluido frigorígeno en estado gaseoso y a baja presión entra en el depósito 114 y después en el compresor.

En este modo funcionamiento, el circuito frigorígeno 1 produce una parte de la energía frigorífica transferida al elemento de consumo de frío 200 así como la totalidad de la energía calorífica transferida a la fuente 400, con un rendimiento energético correspondiente a las temperaturas requeridas en el elemento secundario del intercambiador evaporador 3 y en el elemento secundario del intercambiador de fuente 4. El circuito frigorígeno 101 produce la otra parte de la energía frigorífica transferida al elemento de consumo de frío 300 así como la totalidad de la energía calorífica transferida al elemento de consumo de calor 200, con un rendimiento energético correspondiente a las temperaturas requeridas en el elemento secundario del intercambiador evaporador 3 y en el elemento secundario del intercambiador condensador 2.

Como la temperatura requerida en salida del intercambiador de fuente 4 para evacuar la energía calorífica hacia la fuente y la temperatura requerida en salida del intercambiador condensador 2 para transferir la energía calorífica hacia el elemento de consumo de calor son en general diferentes, cada uno de los dos circuitos frigorígenos 1 y 101 funciona con su propio rendimiento, optimizando así el rendimiento global de la máquina termodinámica 100.

La máquina termodinámica 100 permite producir simultáneamente energía calorífica y energía frigorífica, alimentando respectivamente un elemento de consumo de calor y un elemento de consumo de frío, e intercambiar directamente con una fuente externa el residuo de energía térmica producida pero no usada por los elementos de consumo. En modo de producción calorífica prioritaria, se trata del residuo de energía frigorífica producida pero no usada por el elemento de consumo de frío. En modo de producción frigorífica prioritaria se trata del residuo de energía calorífica producida pero no usada por el elemento de consumo de calor.

La máquina termodinámica 100 permite también regular de forma continua a la vez la temperatura de inicio del fluido caloportador hacia el elemento de consumo de energía calorífica y la temperatura de inicio del fluido caloportador hacia el elemento de consumo de energía frigorífica, ajustando así de forma continua a la vez la potencia calorífica y la potencia frigorífica suministradas respectivamente al elemento de consumo de calor y al elemento de consumo de frío.

Según una de las realizaciones de varios circuitos frigorígenos, es posible producir una parte de la energía con una temperatura en el lado de producción no prioritaria adaptada a la temperatura requerida por el elemento de consumo, y la otra parte de la energía con una temperatura en el lado de producción no prioritaria adaptada a la temperatura requerida por la fuente externa, optimizando así el rendimiento global de la máquina.

La máquina termodinámica posee un circuito de control 500 que está configurado para definir un modo de funcionamiento en el que el primer dispositivo de conmutación y el segundo dispositivo de conmutación del primer circuito frigorígeno 1 impiden la circulación del fluido frigorígeno en el primer intercambiador de calor 2 y simultáneamente los dispositivos de conmutación primero y segundo del segundo circuito frigorígeno 101 impiden la circulación del segundo fluido frigorígeno en el tercer intercambiador de calor 4.

El circuito de control 500 también puede configurarse de modo que defina un modo de funcionamiento en el que el primer dispositivo de conmutación y el segundo dispositivo de conmutación del primer circuito frigorígeno impiden la circulación del fluido frigorígeno en el tercer intercambiador de calor 4 y simultáneamente los dispositivos de conmutación primero y segundo del segundo circuito frigorígeno 101 impiden la circulación del segundo fluido 5 frigorígeno en el segundo intercambiador de calor 3.

La máquina termodinámica está configurada para regular la potencia calorífica y la potencia frigorífica simultáneamente, lo cual no realizan las máquinas de la técnica anterior.

- 10 De manera ventajosa, la máquina termodinámica está configurada para producir una energía calorífica para aplicaciones de calefacción y/o de producción de agua caliente sanitaria de manera que, por ejemplo, la calefacción necesita un fluido caloportador a una temperatura comprendida entre 20°C y 100°C. La máquina termodinámica también puede configurarse para producir una energía frigorífica para aplicaciones de refrigeración de un fluido caloportador preferentemente en el intervalo 0°C - 20°C.

- 15 Aun cuando la invención se ha descrito en referencia a una realización particular, no se limita en modo alguno a esta realización. Comprende todas las realizaciones que entran en el marco de la invención, definido por las reivindicaciones que se ofrecen a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Máquina termodinámica que produce simultáneamente energía calorífica y energía frigorífica, que incluye:

- un primer intercambiador de calor (2) que posee al menos un circuito primario en el que circula un fluido frigorígeno y al menos un circuito secundario destinado a ser recorrido por un primer fluido caloportador, estando el primer intercambiador de calor (2) configurado para condensar el fluido frigorígeno;
- un segundo intercambiador de calor (3) que posee al menos un circuito primario en el que circula el fluido frigorígeno y al menos un circuito secundario destinado a ser recorrido por un segundo fluido caloportador, estando el segundo intercambiador de calor (3) configurado para evaporar el fluido frigorígeno;
- un tercer intercambiador de calor (4) que posee al menos un circuito primario en el que circula el fluido frigorígeno y al menos un circuito secundario destinado a ser recorrido por un tercer fluido caloportador, estando el tercer intercambiador de calor (4) configurado para evaporar o condensar el fluido frigorígeno;
- al menos un circuito frigorígeno (1) en el interior del cual circula el fluido frigorígeno, de manera que el al menos un circuito frigorígeno conecta el primer intercambiador de calor (2), el segundo intercambiador de calor (3) y el tercer intercambiador de calor (4);

en la que el al menos un circuito frigorígeno (1) incluye:

- un compresor (5, 6) montado entre una salida del segundo intercambiador de calor (3) y una entrada del primer intercambiador de calor (2);
- un primer descompresor (7) montado entre una salida del primer intercambiador de calor (2) y una entrada del segundo intercambiador de calor (3);
- un primer nodo de enlace (15) que conecta la salida del compresor (5, 6) a la entrada del primer intercambiador de calor (2) y a un primer dispositivo de conmutación (10, 11, 19);
- un segundo nodo de enlace (16) que conecta una salida del primer intercambiador de calor (2) a una entrada del primer descompresor (7) y a un segundo dispositivo de conmutación (12, 13, 20);
- un tercer nodo de enlace (17) que conecta una entrada del segundo intercambiador de calor (3) con una salida del primer descompresor (7) y con el segundo dispositivo de conmutación (12, 13, 20);
- un cuarto nodo de enlace (18) que conecta una salida del segundo intercambiador de calor (3) a una entrada del compresor (5, 6) y al primer dispositivo de conmutación (10, 11, 19);
- estando el primer dispositivo de conmutación (10, 11, 19) configurado para definir selectivamente una primera configuración o una segunda configuración, definiendo la primera configuración un primer canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta una primera entrada/salida del tercer intercambiador de calor (4) al cuarto nodo de enlace (18) y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del primer dispositivo de conmutación (10, 11, 19) desde el primer nodo de enlace (15), definiendo la segunda configuración un segundo canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta el primer nodo de enlace (15) a la primera entrada/salida del tercer intercambiador de calor (4) y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del primer dispositivo de conmutación (10, 11, 19) hasta el cuarto nodo de enlace (18);
- estando el segundo dispositivo de conmutación (12, 13, 20) configurado para definir selectivamente una primera configuración o una segunda configuración, definiendo la primera configuración un primer canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta el segundo nodo de enlace (16) a una segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor (4) y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del segundo dispositivo de conmutación (12, 13, 20) hasta el tercer nodo de enlace (17), definiendo la segunda configuración un segundo canal de circulación del fluido frigorígeno que conecta la segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor (4) al tercer nodo de enlace (17) y que impide la circulación del fluido frigorígeno a través del segundo dispositivo de conmutación (12, 13, 20) desde el segundo nodo de enlace (16);
- un segundo descompresor (8) montado entre el segundo dispositivo de conmutación (12, 13, 20) y la segunda entrada/salida del tercer intercambiador de calor (4).

2. Máquina termodinámica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el segundo descompresor (8) es un descompresor bidireccional.

3. Máquina termodinámica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el compresor incluye un primer compresor (5) y un segundo compresor (6) montados en paralelo entre el primer intercambiador de calor (2) y el segundo intercambiador de calor (3), siendo el primer compresor (5) un compresor de velocidad de rotación variable y siendo el segundo compresor (6) un compresor de tipo todo o nada cuya activación se desencadena cuando una potencia calorífica transferida a través del primer intercambiador de calor (2) alcanza un valor umbral o cuando una potencia frigorífica transferida a través del segundo intercambiador de calor (3) alcanza un valor umbral.

4. Máquina termodinámica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el primer descompresor (7) tiene una tasa de apertura variable y porque incluye un circuito de control (500) configurado para controlar la tasa de apertura del primer descompresor (7) con el fin de regular la proporción de fluido frigorígeno que atraviesa el descompresor (7) y el segundo intercambiador de calor (3) para ajustar la potencia frigorífica transmitida a través del segundo intercambiador de calor (3) o para controlar la tasa de apertura del primer descompresor (7) con el fin de regular la proporción de fluido frigorígeno que atraviesa el descompresor (7) y el primer intercambiador de calor (2) para ajustar la potencia calorífica transmitida a través del primer intercambiador de calor (2).
- 10 5. Máquina termodinámica según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** el circuito de control (500) está configurado para regular la temperatura (TCH, TFR) del fluido caloportador en salida del primer intercambiador de calor (2) o en salida del segundo intercambiador de calor (3) a un valor de ajuste.
6. Máquina termodinámica según cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, **caracterizada porque** el
15 segundo descompresor (8) tiene una tasa de apertura variable y porque el circuito de control (500) está configurado para controlar la relación entre la tasa de apertura del primer descompresor (7) y el segundo descompresor (8).
7. Máquina termodinámica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque**
20 incluye un segundo circuito frigorígeno (101) en el interior del cual circula un segundo fluido frigorígeno, de manera que el segundo circuito frigorígeno (101) conecta el primer intercambiador de calor (2), el segundo intercambiador de calor (3) y el tercer intercambiador de calor (4), el segundo circuito frigorígeno (101) posee un compresor (105, 106), un primer descompresor (107), un primer nodo de enlace, un segundo nodo de enlace, un tercer nodo de enlace, un cuarto nodo de enlace, un primer dispositivo de conmutación, un segundo dispositivo de conmutación y un segundo descompresor (108) dispuestos de manera semejante a la disposición del primer circuito frigorígeno.
- 25 8. Máquina termodinámica según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** incluye un circuito de control (500) configurado para definir un modo de funcionamiento en el que los dispositivos de conmutación primero y segundo del primer circuito frigorígeno (1) impiden la circulación del fluido frigorígeno en el tercer intercambiador de calor (4) y en el que los dispositivos de conmutación primero y segundo del segundo circuito frigorígeno (101) impiden
30 la circulación del segundo fluido frigorígeno en el segundo intercambiador de calor (3).
9. Máquina termodinámica según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** incluye un circuito de control (500) configurado para definir un modo de funcionamiento en el que los dispositivos de conmutación primero y segundo del primer circuito frigorígeno (1) impiden la circulación del fluido frigorígeno en el primer intercambiador de
35 calor (2) y en el que los dispositivos de conmutación primero y segundo del segundo circuito frigorígeno (101) impiden la circulación del segundo fluido frigorígeno en el tercer intercambiador de calor (4).
10. Procedimiento de funcionamiento de una máquina termodinámica que incluye las etapas de:
40 - Suministro de una máquina termodinámica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6;
- Basculación entre un primer modo de funcionamiento y un segundo modo de funcionamiento, definiendo el primer modo de funcionamiento un montaje paralelo del tercer intercambiador de calor (4) y del segundo intercambiador de calor (3) entre la salida del primer intercambiador de calor (2) y la entrada del compresor (5, 6), definiendo el
45 segundo modo de funcionamiento un montaje paralelo del tercer intercambiador de calor (4) y del primer intercambiador de calor (2) entre la salida del compresor (5, 6) y la entrada del segundo intercambiador de calor (3).
11. Procedimiento de funcionamiento de una máquina termodinámica que incluye las etapas de:
50 - Suministro de una máquina termodinámica según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9;
- Basculación entre un primer modo de funcionamiento y un segundo modo de funcionamiento, definiendo el primer modo de funcionamiento un primer circuito frigorígeno (1) en el que el fluido frigorígeno no pasa a través del tercer intercambiador de calor (4) y un segundo circuito frigorígeno (101) en el que el segundo fluido frigorígeno no pasa
55 a través del segundo intercambiador de calor (3), definiendo el segundo modo de funcionamiento un primer circuito frigorígeno (1) en el que el fluido frigorígeno no pasa a través del primer intercambiador de calor (2) y un segundo circuito frigorígeno (101) en el que el segundo fluido frigorígeno no pasa a través del tercer intercambiador de calor (4).

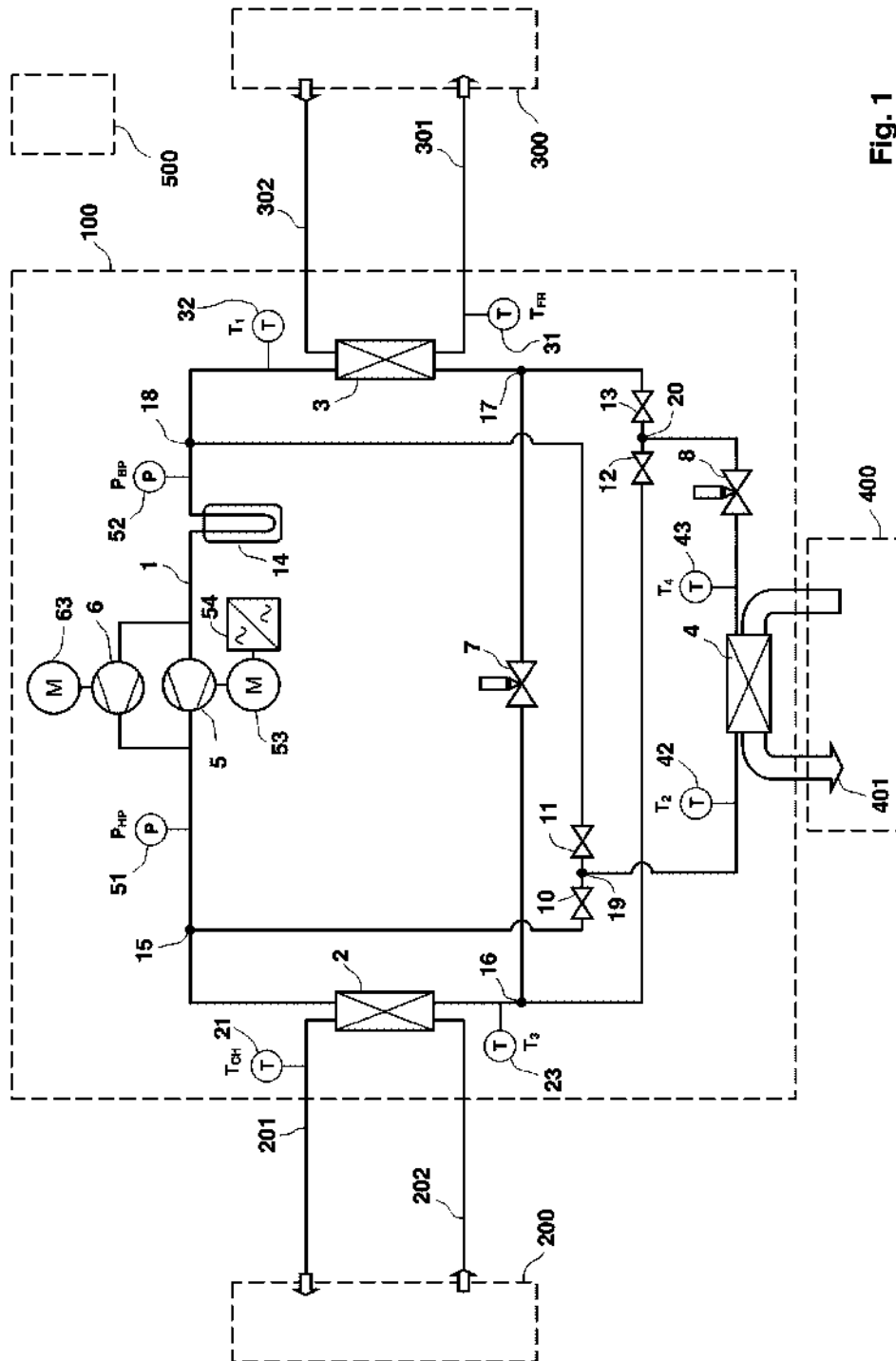


Fig. 1

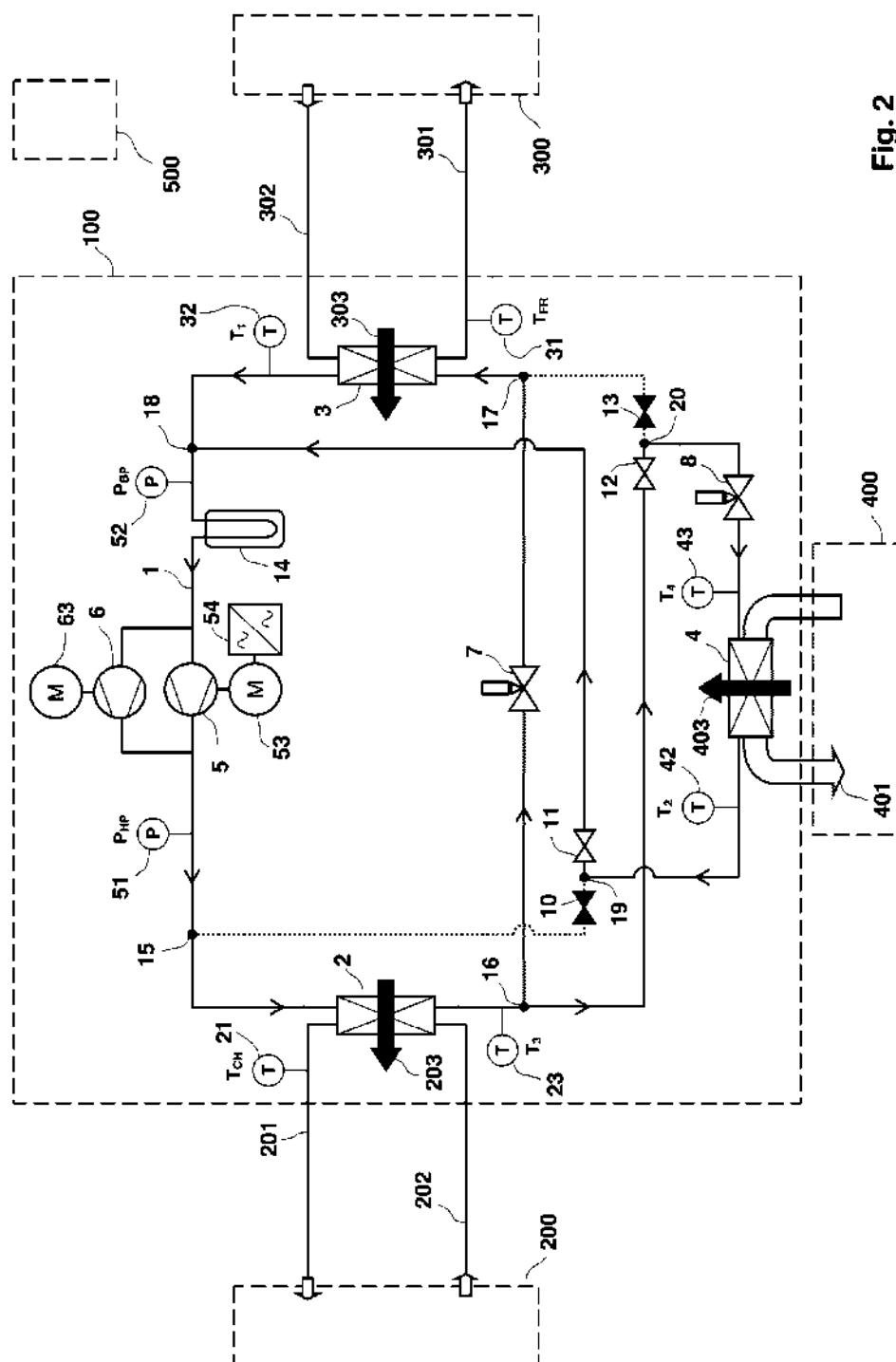


Fig. 2

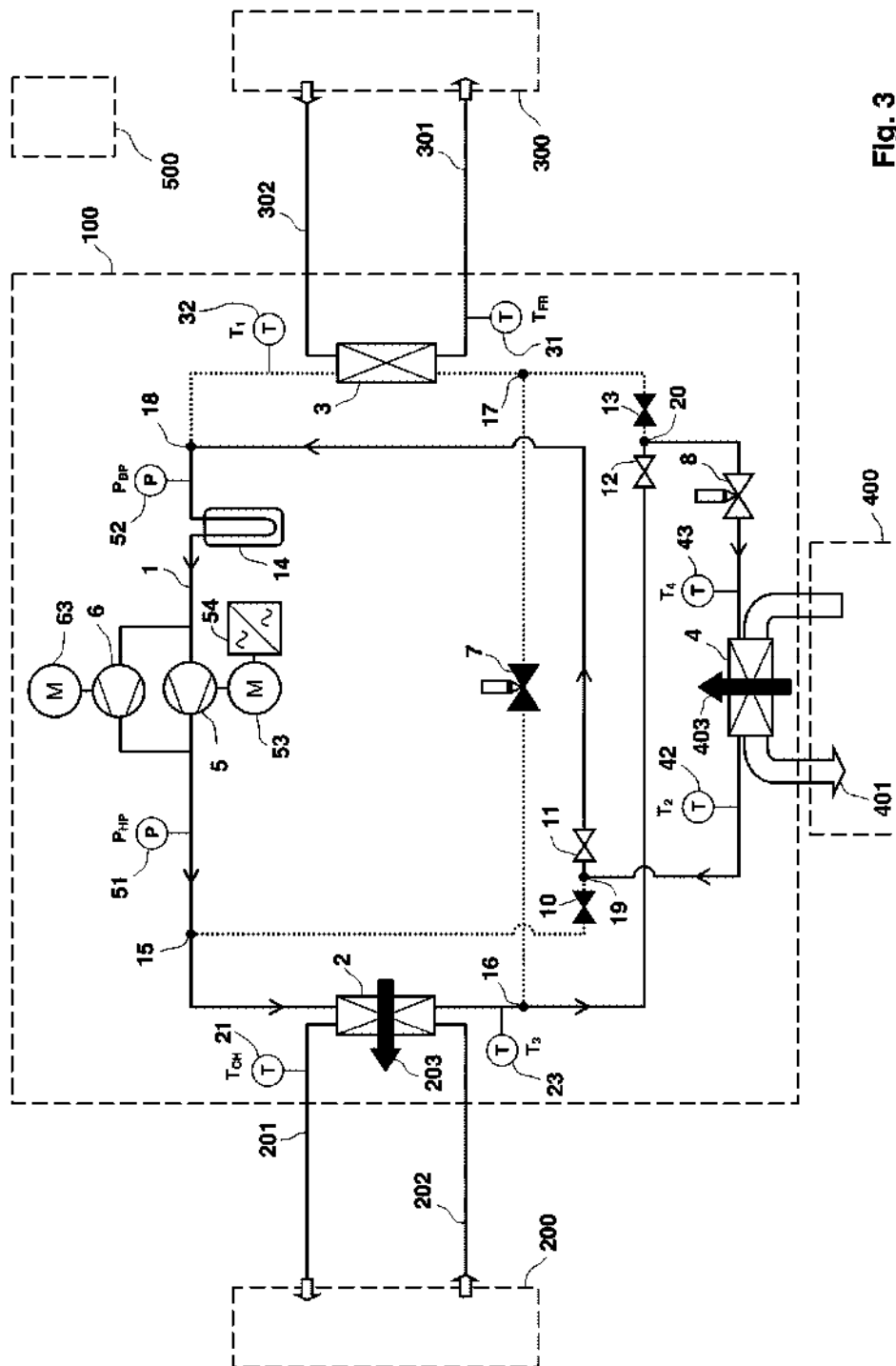


Fig. 3

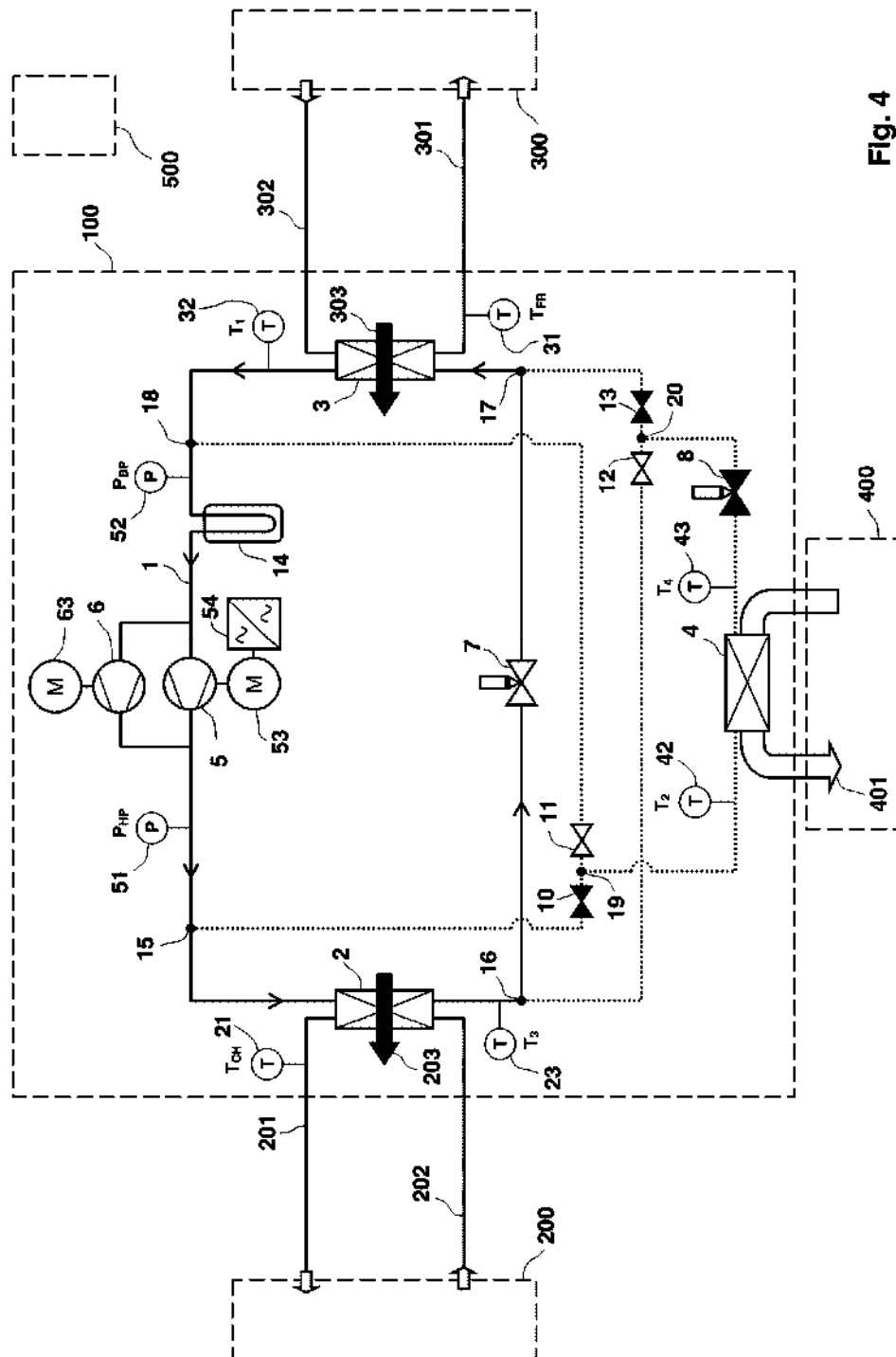


Fig. 4

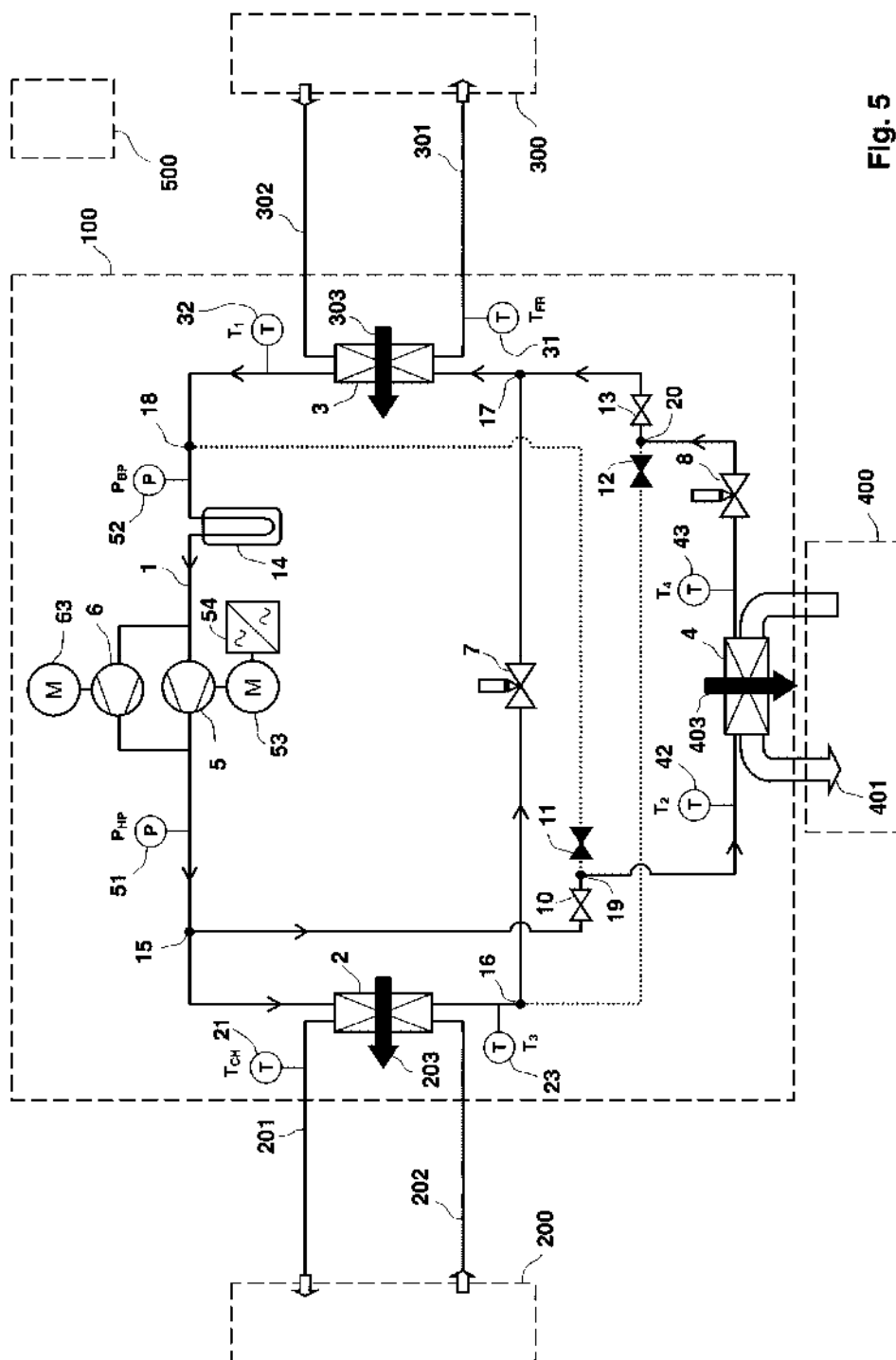


Fig. 5

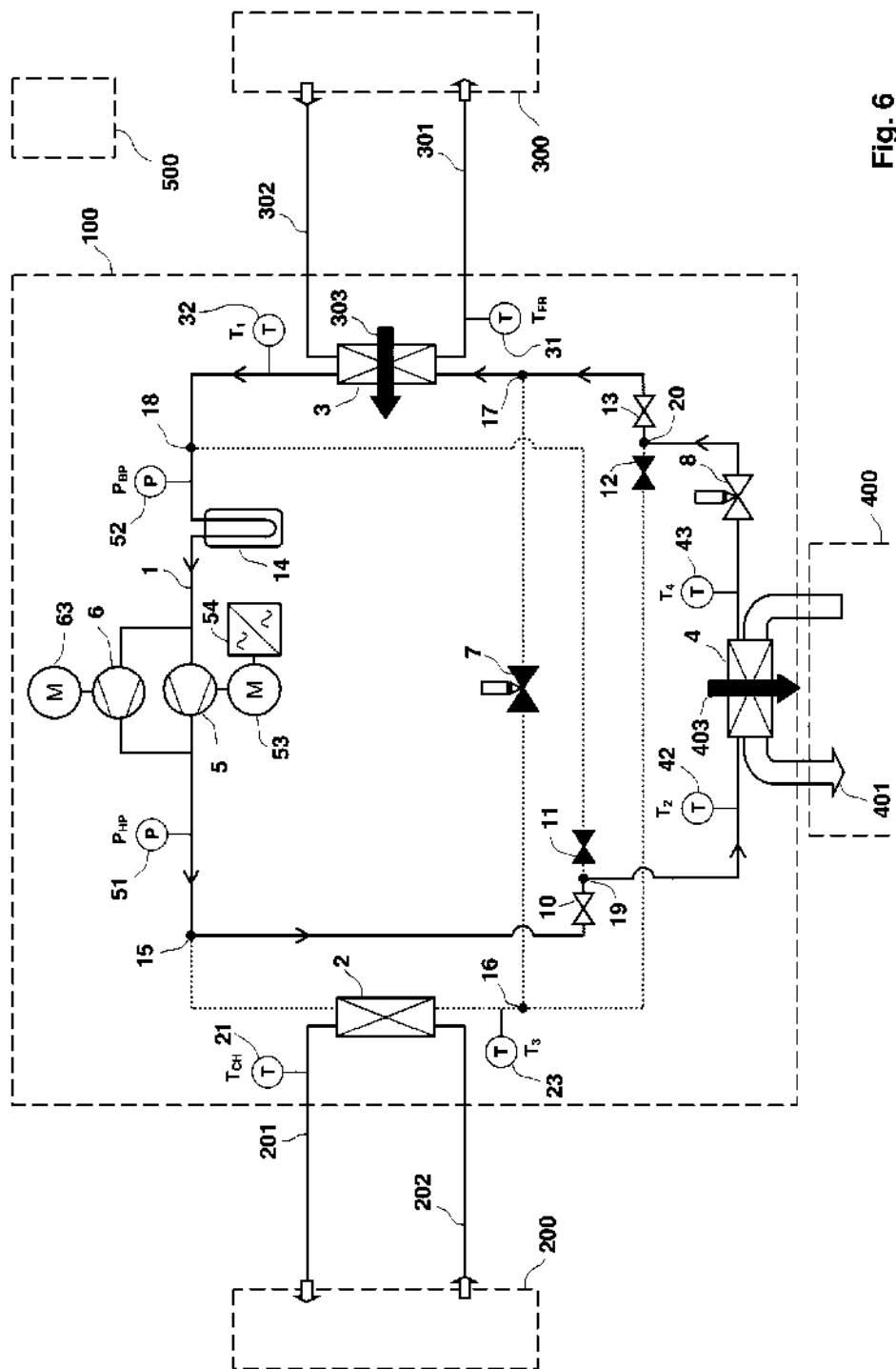


Fig. 6

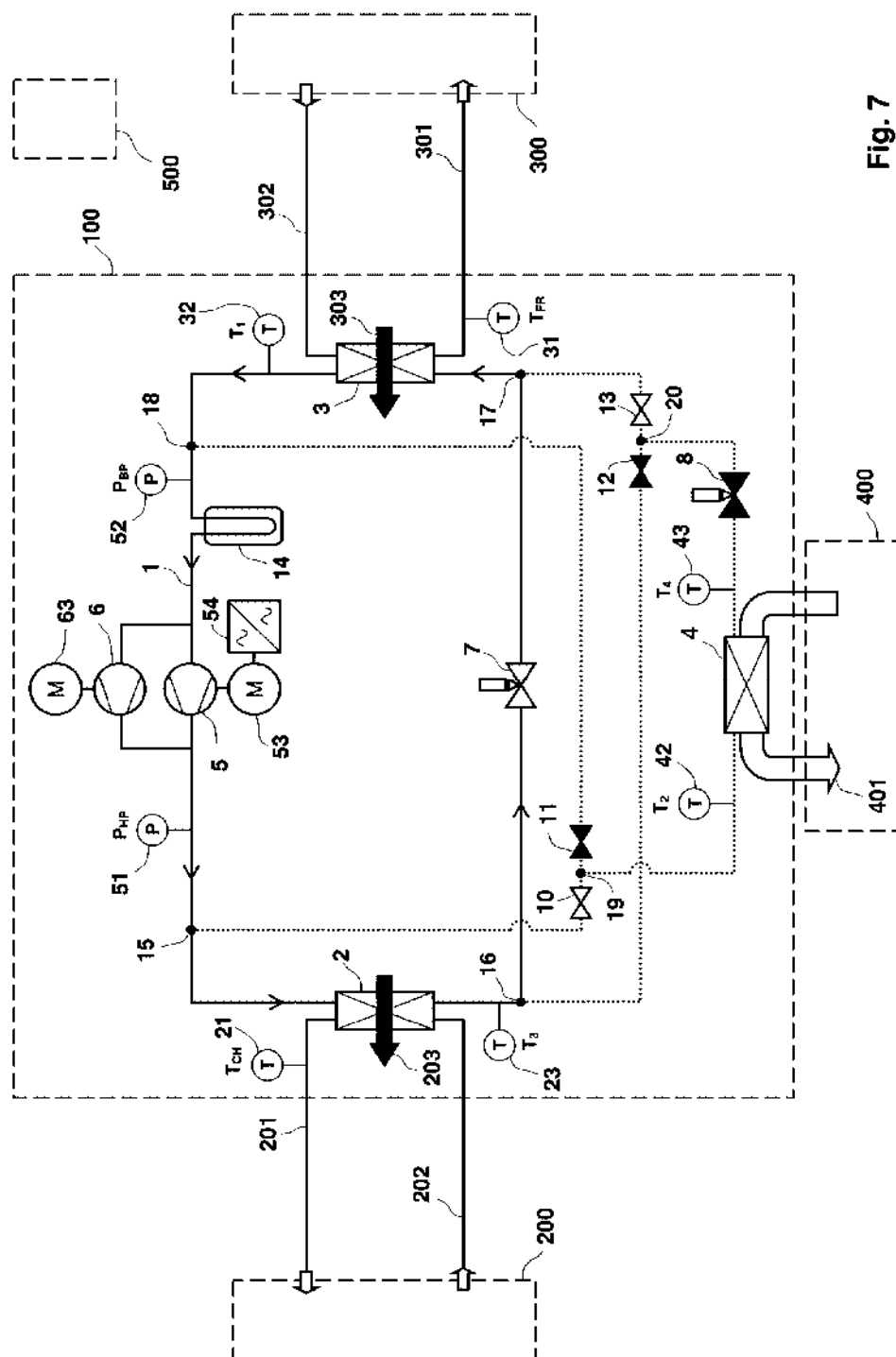
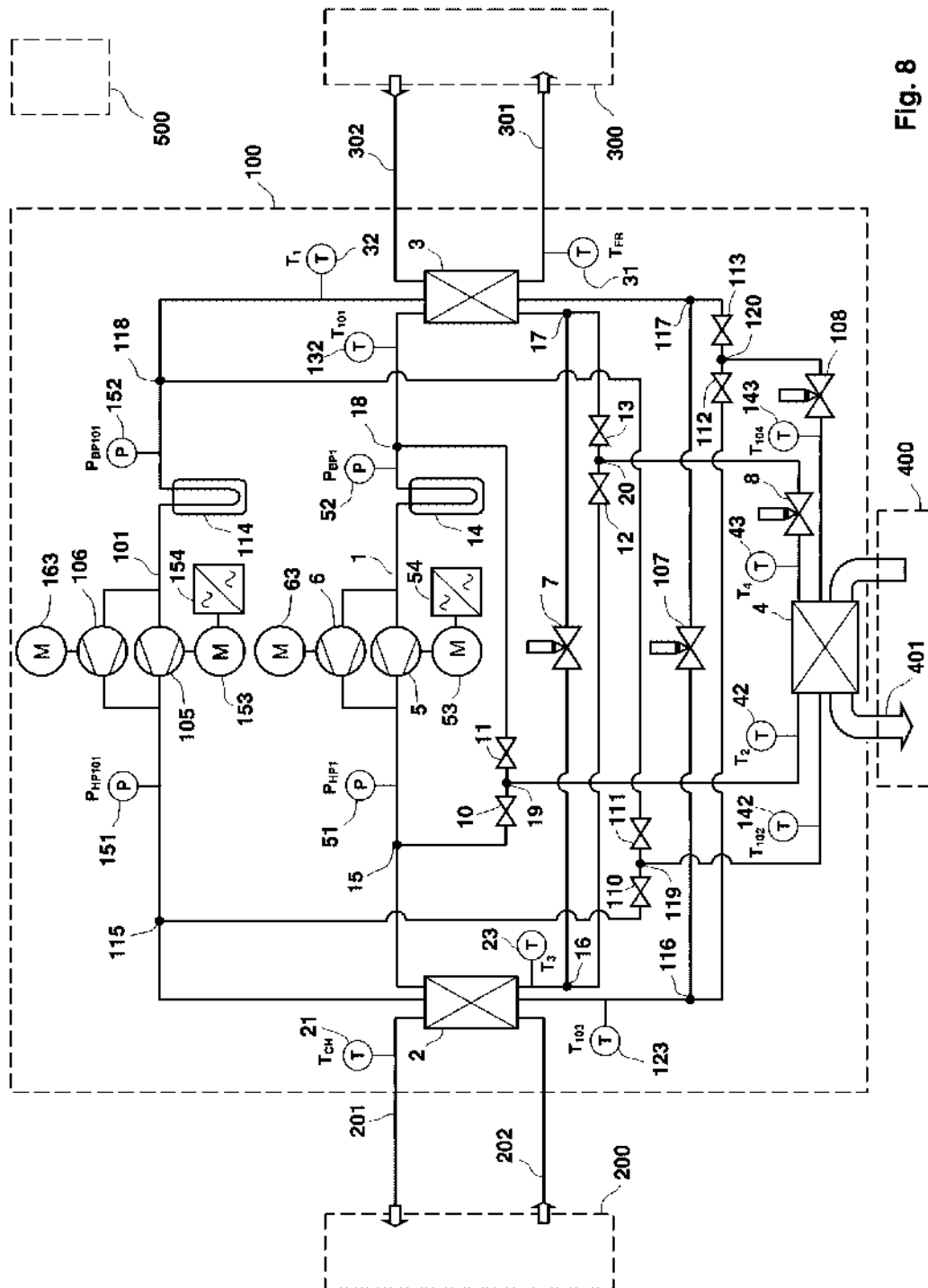
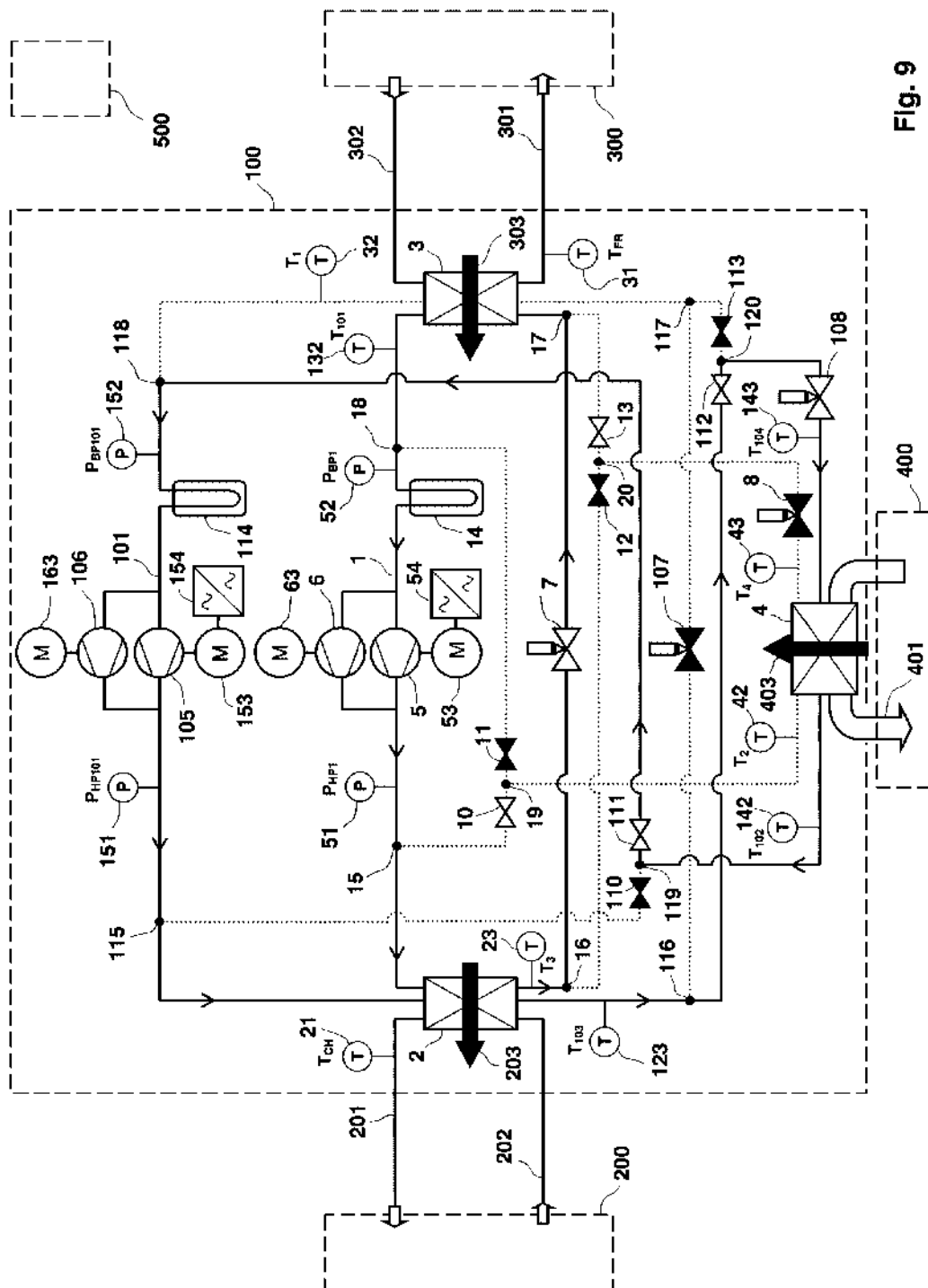


Fig. 7





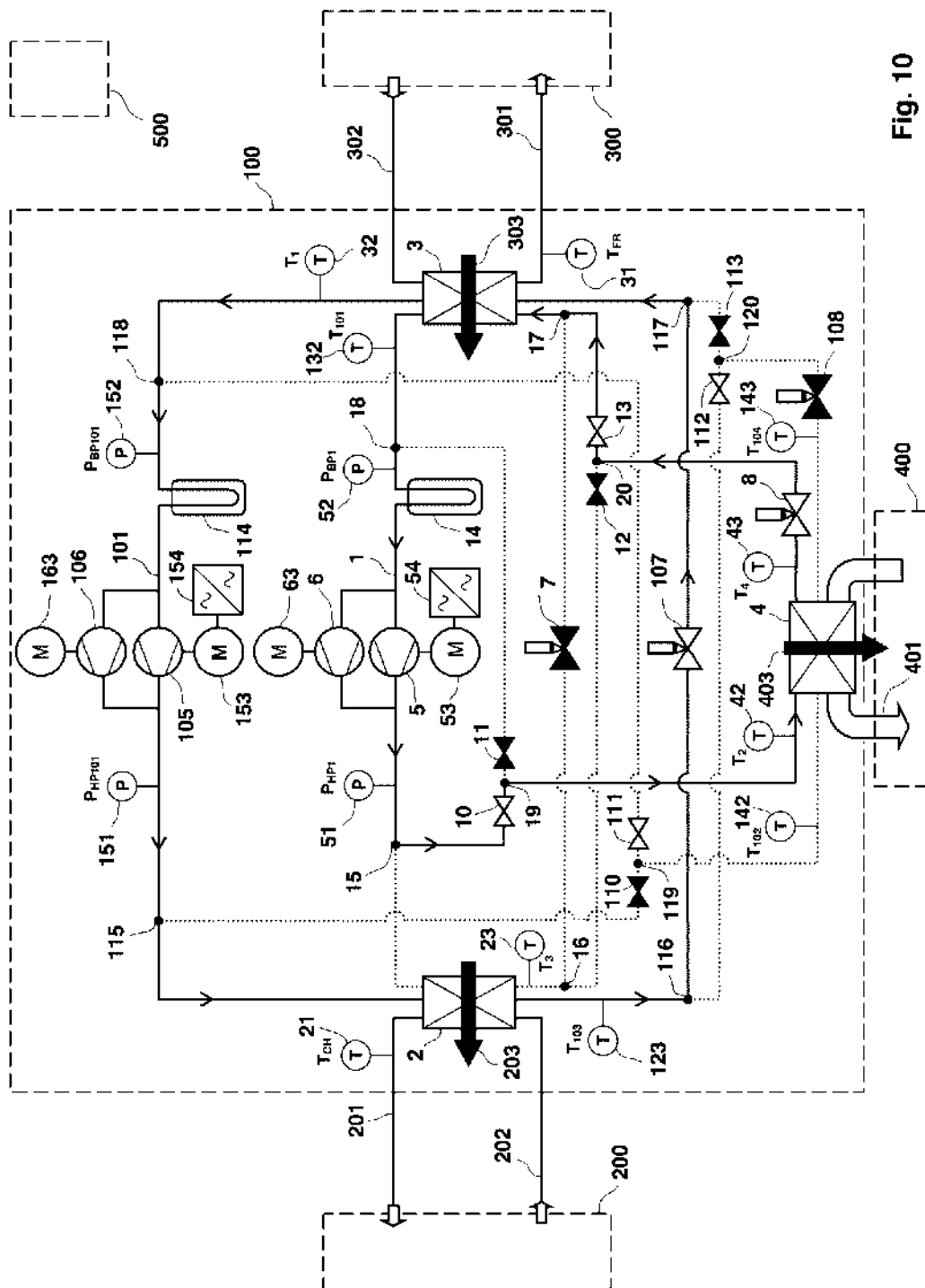


Fig. 10