

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 638**

51 Int. Cl.:

**F01K 25/06** (2006.01)

**F01K 25/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2004 PCT/EP2004/053655**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2005 WO05066466**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2004 E 04804988 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.02.2017 EP 1706599**

54 Título: **Procedimiento e instalación para la transformación de energía térmica producida en energía mecánica**

30 Prioridad:

**22.12.2003 DE 10360364**

**22.12.2003 DE 10360380**

**22.12.2003 DE 10360379**

**24.12.2003 DE 10361203**

**24.12.2003 DE 10361223**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.07.2017**

73 Titular/es:

**ECOENERGY PATENT GMBH (100.0%)**

**Zechenstrasse 6**

**45772 Marl, DE**

72 Inventor/es:

**OSER, ERWIN;**

**RANNO, MICHAEL y**

**HAMM, HUBERT**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 624 638 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**

Procedimiento e instalación para la transformación de energía térmica producida en energía mecánica

5 La invención se refiere a un procedimiento y una instalación para la transformación de energía térmica producida en energía mecánica mediante la expansión de un medio de trabajo en forma de vapor mediante un dispositivo de expansión unido a un primer intercambiador térmico.

10 Un procedimiento correspondiente y dispositivo se divulga en el documento WO 85/02881.

10 Por el estado de la técnica se conocen un gran número de instalaciones así como procedimientos para la transformación de energía térmica en energía mecánica. Se conocen por ejemplo centrales termoeléctricas en las que en una caldera de vapor se calienta un medio de trabajo con una presión alta de manera isobárica hasta el punto de ebullición, se vaporiza y a continuación se sobrecalienta más en un recalentador. El vapor se expande a  
 15 continuación en una turbina ejecutando trabajo de modo adiabático y se licúa en un condensador bajo emisión de calor. El líquido se lleva a una presión mediante la bomba de alimentación de agua y se transporta de nuevo a la caldera de vapor. Una de las desventajas de estos sistemas es que en los procesos de expansión han de generarse en las turbinas altas presiones de más de 15 bares hasta 200 bares, dado que en las turbinas la relación de  
 20 compresión realizada de la expansión es decisiva para el rendimiento alcanzado. Una desventaja adicional de la central termoeléctrica conocida es la producción de calor de condensación desde la condensación del medio de trabajo, que se expulsa en estas instalaciones como calor de escape con sistemas de refrigeración.

25 Por lo demás se conocen refrigeradoras, en las que se produce calor de escape de condensación que se expulsa de manera desventajosa como calor perdido.

25 La invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento así como una instalación para la transformación de energía térmica en energía mecánica que eviten las desventajas mencionadas, en particular un rendimiento mejorado.

30 Para conseguir este objetivo se propone un procedimiento con las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes están realizados perfeccionamientos preferentes.

35 Para ello el procedimiento de acuerdo con la invención presenta un circuito de expansión de baja presión y un circuito de realimentación de energía, realizándose en el circuito de expansión de baja presión la expansión del medio de trabajo en un dispositivo de expansión de baja presión y el medio de trabajo expandido se condensa en un segundo intercambiador térmico conectado aguas abajo del dispositivo de expansión, en el que se provoca una vaporización de un medio de funcionamiento en el segundo intercambiador térmico dentro del circuito de  
 40 realimentación de energía, que se transporta a través de un compresor hacia el primer intercambiador térmico, en el que se condensa el medio de funcionamiento, realizándose una vaporización del medio de trabajo en el primer intercambiador térmico dentro del circuito de expansión de baja presión, ascendiendo la entalpía de vaporización molar del medio de funcionamiento a más de cuatro veces la entalpía de vaporización molar del medio de trabajo. Una de las características esenciales de la invención es que puede utilizarse el "calor residual" del medio de trabajo expandido para utilizar este a su vez para la operación de vaporización en el primer intercambiador térmico. A este respecto en el segundo intercambiador térmico se realiza una condensación del medio de trabajo expandido,  
 45 transmitiéndose el calor de condensación que se libera al medio de funcionamiento que se evapora en este caso. Dentro del circuito de realimentación de energía, que se asemeja a una bomba de calor además el medio de funcionamiento en forma de vapor mediante la compresión se lleva a un nivel de temperatura aumentado. En el primer intercambiador térmico que se conecta se condensa el medio de funcionamiento, transmitiéndose el calor que se libera al medio de trabajo que se vaporiza. Por lo tanto, el rendimiento energético de la instalación se mejora esencialmente. El medio de trabajo presenta preferiblemente una gran capacidad calorífica, de modo que el medio  
 50 de trabajo en la expansión experimenta una disminución de temperatura relativamente baja. En consecuencia, la bomba de calor, en la que la energía de condensación se transforma de nuevo al nivel de temperatura de la vaporización del medio de trabajo, puede trabajar con una demanda de energía más baja y un buen coeficiente de rendimiento.

55 El medio de funcionamiento en forma de vapor se transforma, con ayuda de la bomba de calor, a un nivel de temperatura por encima de la temperatura de ebullición del medio de trabajo. Esta realimentación de energía puede realizarse a este respecto a través de un medio de funcionamiento de un componente. Para ello la bomba de calor se hace funcionar con el sistema de compresor de superposición de líquido, por ejemplo una bomba de anillo de líquido o un compresor helicoidal, y para el funcionamiento de la bomba de calor se emplea un medio de trabajo  
 60 cuya entalpía de vaporización molar asciende a un múltiplo, preferiblemente a más de cuatro veces, especialmente preferible a más de cinco veces la entalpía de vaporización del medio de trabajo para la expansión. Según la invención por ello se alcanza un excedente de la realimentación de energía a través de la energía de accionamiento de la bomba de calor.

65

Como dispositivo de expansión de baja presión se empleará un dispositivo en el que ni la masa del vapor ni la relación de compresión, pero sí solo la diferencia de presión sea relevante.

5 El dispositivo de expansión de baja presión está realizado como soplador de tipo Roots o en forma de una bomba de rueda ovalada. Es ventajoso que el soplador de tipo Roots pueda funcionar como dispositivo de expansión (motores de expansión) ya con una diferencia de presión de 500 mbares con un rendimiento casi total y pueda utilizarse en un sistema cerrado a presiones de 10 bis 0,5 bares. El ventilador de tipo Roots está unido preferiblemente a un generador que transforma la energía mecánica en energía eléctrica.

10 De manera conveniente el soplador de tipo Roots presenta una junta estanca al gas entre cámara de compresión y espacio de engranaje, comprendiendo en una forma de realización adicional el soplador de tipo Roots rotores de varias palas.

15 En una forma de realización preferida el medio de trabajo presenta una entalpía de vaporización baja específica por unidad de volumen o baja molar. Con ello se alcanza que con una cantidad predeterminada de energía térmica se genera una gran cantidad de chorro de vapor. Preferiblemente el medio de trabajo es un disolvente inorgánico u orgánico seleccionado de manera correspondiente. El medio de trabajo puede ser también una mezcla de disolventes que presenta componentes de disolvente inorgánico u orgánico con datos termodinámicos correspondientes. Ejemplos para ello son por ejemplo mezclas de agua y siliconas seleccionadas.

20 En una alternativa adicional de la invención se realiza un aumento de temperatura del medio de funcionamiento en el circuito de realimentación de energía mediante la compresión mecánica por medio de un compresor de superposición de líquidos, aumentándose adicionalmente la temperatura de medio de funcionamiento en el compresor mediante un intercambio de calor con un fluido, con el que se hace funcionar el compresor y que está directamente en contacto con el medio de funcionamiento. Especialmente ventajoso es que estos compresores superpuestos de líquido pueden hacerse funcionar con un fluido de elevado punto de ebullición. Dado que en los compresores superpuestos de líquido el fluido no ejerce ninguna función lubricante sino una mera función de obturación, en el procedimiento de acuerdo con la invención en el circuito de realimentación de energía prácticamente puede emplearse prácticamente cualquier medio de funcionamiento hasta agua que tengan calores de vaporización molar alto, grandes saltos de temperatura en la zona de baja presión y permitan temperaturas de funcionamiento elevadas del compresor. La bomba de anillo de líquido, como una posible alternativa de la invención, puede transmitir de manera ventajosa una gran parte del rendimiento de trabajo como calor al medio de funcionamiento que puede calentarse mediante la temperatura de saturación, por lo cual el rendimiento del procedimiento puede aumentarse de manera considerable. Además, mediante la bomba de anillo de líquido se garantiza que el medio de funcionamiento no se enriquezca en el compresor en la medida en que eventualmente se reduzca la capacidad de aspiración. Según el procedimiento de acuerdo con la invención en el circuito de realimentación de energía, que está realizado como sistema de bomba de calor con sistema de compresor de superposición de líquido, pueden alcanzarse coeficientes de rendimiento como relación de energía térmica recirculada con respecto al trabajo de accionamiento de compresor, que se sitúan por encima del triple del valor de bombas de calor convencionales. Pueden realizarse temperaturas del medio de funcionamiento después del aumento de temperatura de por encima de 180 °C con el procedimiento de acuerdo con la invención. Especialmente favorables son fluidos como aceites de silicona de elevado punto de ebullición o aceites diéster o plastificantes como dioctil ftalato con viscosidades de hasta 50 centistokes (cts). De manera ventajosa la temperatura de ebullición del fluido es superior a la temperatura del medio de funcionamiento después del aumento de temperatura.

45 En una forma de realización de la invención preferida el compresor de superposición de líquido puede presentar un anillo de salida de gas que impide una sobrecompresión. Como medio de funcionamiento puede emplearse por ejemplo una mezcla de alcoholes en la que la temperatura de vaporización puede situarse a aproximadamente 20 °C y la temperatura de condensación a 80 °C. Un disolvente A3 como medio de funcionamiento es igualmente concebible en el que la temperatura de vaporización puede situarse aproximadamente a 90 °C y la temperatura de condensación a 180 °C. Una ventaja esencial de esta invención es que en el medio de funcionamiento pueden alcanzarse niveles de temperaturas más altos de lo que hasta el momento son posibles con por ejemplo medios de trabajo FCKW.

55 En una forma de realización preferida de la invención la energía térmica se produce en una refrigeradora en la que un refrigerante se vaporiza en un vaporizador. El refrigerante en forma de vapor se transporta a través de un compresor hacia el primer intercambiador térmico en el que se condensa el refrigerante. A este respecto se libera calor de condensación que se transfiere al medio de trabajo que se vaporiza en el primer intercambiador térmico. El refrigerante condensado se retorna a través de una válvula de expansión al vaporizador. Preferiblemente una corriente de aire caliente, que presenta un determinado grado de humedad, que se conduce a través del vaporizador se enfría bajo emisión de calor al refrigerante, produciéndose agua como condensado, que se recoge en un contenedor. La corriente generada con el generador puede utilizarse como capacidad de accionamiento para las unidades accionadas eléctricamente de la instalación en conjunto que comprenden el circuito de refrigerante, el circuito de expansión de baja presión así como el circuito de realimentación de energía. Con ello la energía que va a aplicarse externamente y con ello los costes de energía de una "obtención de agua desde aire" se reducen esencialmente por medio de la condensación anteriormente descrita de medio de trabajo y medio de funcionamiento.

El objetivo de la invención se resuelve igualmente mediante una instalación para la transformación de energía térmica producida en energía mecánica con las características de la reivindicación 15. En las reivindicaciones dependientes se exponen perfeccionamientos preferidos.

5 Según la invención, la invención se refiere a una instalación que presenta un circuito de refrigerante, un circuito de expansión de baja presión y un circuito de realimentación de energía, que están unidos entre sí. A este respecto en el circuito de refrigerante se vaporiza un refrigerante en un vaporizador que se transporta a través de un compresor hacia un primer intercambiador térmico. En el primer intercambiador térmico se condensa el refrigerante y se transporta a través de una válvula de expansión de vuelta al vaporizador, recogiendo agua, producida en el vaporizador en el enfriamiento de una corriente de aire en un contenedor. En el circuito de expansión de baja presión un medio de trabajo se vaporiza en el primer intercambiador térmico que absorbe el calor de condensación que se libera en el primer intercambiador térmico. En un circuito de expansión de baja presión conectado aguas abajo el medio de trabajo en forma de vapor se expande, se conduce a un segundo intercambiador térmico en el que se condensa. Mediante el proceso de expansión la energía térmica contenida en el medio de trabajo se transforma en energía mecánica. El dispositivo de expansión de baja presión presenta por lo demás un árbol que está unido a un generador, de modo que la energía mecánica puede transformarse en última instancia en energía eléctrica. El medio de trabajo condensado se retorna a través de una bomba hacia el primer intercambiador térmico. En el circuito de realimentación de energía se vaporiza un medio de trabajo en el segundo intercambiador térmico, absorbiéndose el calor de condensación del medio de trabajo del circuito de expansión de baja presión. A continuación, el medio de funcionamiento en forma de vapor se transporta a través de un compresor de superposición de líquido hacia el primer intercambiador térmico en el que se condensa el medio de funcionamiento. El medio de funcionamiento condensado se conduce a través de una válvula de expansión de vuelta hacia el primer intercambiador térmico.

25 Ventajas, características y detalles adicionales de la invención resultan de la siguiente descripción, en la que haciendo referencia a los dibujos, se describe en detalle un ejemplo de realización de la invención. En este caso las características mencionadas en las reivindicaciones y en la descripción pueden ser esenciales para la invención de manera individual en sí o en cualquier combinación respectivamente.

30 La figura 1 muestra una instalación que puede extraer agua del aire. En el aire preferiblemente caliente está contenido vapor de agua en forma de humedad atmosférica. Mediante un ventilador 12 se genera una corriente de aire que se conduce a través del vaporizador 1 de un circuito de refrigerante. El vaporizador 1 presenta a este respecto superficies de intercambio de calor no representadas que están enfriadas. Las superficies de intercambio de calor pueden estar configuradas por ejemplo como tubo a través de las cuales fluye un refrigerante. La corriente de aire caliente se enfría transmitiéndose el calor a través de las superficies de intercambio de calor al refrigerante que vaporiza. El vapor de agua disuelto en el aire se condensa en las superficies de intercambio de calor, recogiendo el agua condensada en un contenedor 11. La corriente de aire enfriada abandona el vaporizador 1 con un contenido de humedad residual. El refrigerante en forma de vapor, que en el presente ejemplo de realización presenta una presión entre 2-8 bares y una temperatura de aproximadamente 5-10 °C se transporta a través de un compresor 2 hacia un primer intercambiador térmico 3, en el que el refrigerante se condensa. En la entrada refrigerante en forma de vapor hacia el primer intercambiador térmico 3 este presenta aproximadamente una presión de 10-20 bares y una temperatura de hasta alrededor de 80 °C o 110 °C. El calor de condensación que se libera se transfiere a un medio de trabajo de un circuito de expansión de baja presión. A través de una válvula de expansión 10 el refrigerante condensado se conduce de vuelta al vaporizador 1.

45 En el primer intercambiador térmico 3 se vaporiza el medio de trabajo y en un dispositivo de expansión de baja presión 4 conectado aguas abajo. El dispositivo de expansión de baja presión 4 está realizado como soplador de tipo Roots 4 en el que la energía térmica se transforma en energía mecánica. El ventilador de tipo Roots 4 presenta además un árbol que está unido a un generador 7 por lo cual la energía mecánica se transforma en energía eléctrica. A continuación se condensa el medio de trabajo expandido en un segundo intercambiador térmico 5, vaporizándose un medio de funcionamiento adicional que se encuentra en el segundo intercambiador térmico 5 debido al calor de condensación que se origina. El medio de trabajo condensado se transporta a través de una bomba 8 de vuelta al primer intercambiador térmico 3. La entalpía de vaporización molar del medio de funcionamiento asciende en el presente ejemplo de realización a cinco veces la entalpía de vaporización molar del medio de trabajo.

50 El medio de funcionamiento en forma de vapor se comprime en una bomba de anillo de líquido 6. La bomba de anillo de líquido 6 se hace funcionar con un fluido que está en contacto directo con el medio de funcionamiento. Es ventajoso en esta forma de realización que el medio de funcionamiento dentro de la bomba de anillo de líquido 6 se calienta adicionalmente además de la compresión al pasar una determinada cantidad de calor de fluido al medio de funcionamiento. El medio de funcionamiento se calienta por encima de la temperatura de vaporización del medio de trabajo del circuito de expansión de baja presión, de modo que la energía para la vaporización del medio de trabajo puede utilizarse en el primer intercambiador térmico 3. En el primer intercambiador térmico 3 conectado aguas abajo se condensa el medio de funcionamiento y a continuación a través de una válvula de expansión 9 se transporta de vuelta al segundo intercambiador térmico 5.

**Lista de números de referencia**

	1	vaporizador
	2	compresor
5	3	primer intercambiador térmico
	4	dispositivo de expansión de baja presión, ventilador de tipo Roots
	5	segundo intercambiador térmico
	6	compresor, bomba de anillo de líquido
	7	generador
10	8	compresor
	9	válvula de expansión
	10	válvula de expansión
	11	contenedor
	12	ventilador

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la transformación de energía térmica producida en energía mecánica mediante la expansión de un medio de trabajo en forma de vapor mediante un dispositivo de expansión (4) unido a un primer intercambiador térmico (3), **caracterizado por** un circuito de expansión de baja presión y un circuito de realimentación de energía, realizándose en el circuito de expansión de baja presión la expansión del medio de trabajo en un dispositivo de expansión de baja presión (4) y el medio de trabajo expandido se condensa en un segundo intercambiador térmico (5) conectado aguas abajo del dispositivo de expansión (4), en el que se provoca una vaporización de un medio de funcionamiento en el segundo intercambiador térmico (5) dentro del circuito de realimentación de energía, que se transporta a través de un compresor (6) hacia el primer intercambiador térmico (3), en el que se condensa el medio de funcionamiento, realizándose una vaporización del medio de trabajo en el primer intercambiador térmico (3) dentro del circuito de expansión de baja presión, siendo el dispositivo de expansión de baja presión (4) un soplador de tipo Roots.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la entalpía de vaporización molar del medio de funcionamiento asciende a un múltiplo, preferiblemente a más de cuatro veces la entalpía de vaporización molar del medio de trabajo.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el soplador de tipo Roots (4) está unido a un generador (7) que transforma la energía mecánica en energía eléctrica.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el medio de trabajo presenta una baja entalpía de vaporización específica por unidad de volumen.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el medio de trabajo es un disolvente inorgánico u orgánico o una mezcla de disolventes que presenta componentes de disolvente orgánicos o inorgánicos.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el compresor (6) está configurado como un compresor de superposición de líquido.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por que** el compresor (6) es una bomba de anillo de líquido o un compresor helicoidal.
8. Procedimiento según las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que** un aumento de temperatura del medio de funcionamiento se realiza mediante la compresión mecánica por medio de compresores (6), aumentándose adicionalmente la temperatura del medio de funcionamiento en el compresor (6) mediante un intercambio de calor con un fluido, con el que se hace funcionar el compresor (6) y que está directamente en contacto con el medio de trabajo.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** la temperatura de ebullición del fluido es más alta que la temperatura del medio de funcionamiento después del aumento de temperatura.
10. Procedimiento según las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por que** el fluido es un aceite de silicona, en particular un aceite de silicona de punto de ebullición elevado o un plastificante que presenta en particular una viscosidad que es menor de 50 cst.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el medio de trabajo condensado se transporta desde el segundo intercambiador térmico (5) a través de una bomba (8) hacia el primer intercambiador térmico (3).
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el medio de funcionamiento condensado se transporta desde el primer intercambiador térmico (3) a través de una válvula de expansión (9) de vuelta al segundo intercambiador térmico (5).
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la energía térmica se produce en una refrigeradora en la que se vaporiza un refrigerante en un vaporizador (1), que se transporta a través de un compresor (2) hacia el primer intercambiador térmico (3), en el que el refrigerante se condensa, por lo cual en el primer intercambiador térmico (3) se vaporiza el medio de trabajo, realimentándose al vaporizador (1) el refrigerante condensado a través de una válvula de expansión (10).
14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado por que** una corriente de aire caliente, que presenta un determinado grado de humedad, que se conduce a través del vaporizador (1), se enfría emitiendo calor al refrigerante, produciéndose agua como condensado que se recoge en un contenedor (11).

15. Instalación para la transformación de energía térmica producida en energía mecánica, **caracterizada por que** comprende los siguientes componentes:

- 5 a) un circuito de refrigerante, en el que se vaporiza un refrigerante en un vaporizador (1), que se transporta a través de un compresor (2) hacia un primer intercambiador térmico (3), en el que el refrigerante se condensa y a través de una válvula de expansión (10) se transporta de vuelta al vaporizador (1), recogándose agua, producida en el vaporizador (1), en un contenedor (11),
- 10 b) un circuito de expansión de baja presión, en el que se vaporiza un medio de trabajo en el primer intercambiador térmico (3), que se expande en un dispositivo de expansión de baja presión (4) conectado aguas abajo, unido a un generador (7) y se condensa en un segundo intercambiador térmico (5), retornándose el medio de trabajo condensado a través de una bomba (8) hacia el primer intercambiador térmico (3), estando realizado el dispositivo de expansión de baja presión (4) como soplador de tipo Roots,
- 15 c) un circuito de realimentación de energía, en el que se vaporiza un medio de trabajo en el segundo intercambiador térmico (5) y a continuación a través de un compresor (6) de superposición de líquido se transporta hacia el primer intercambiador térmico (3), en el que el medio de funcionamiento se condensa, conduciéndose el medio de funcionamiento condensado a través de una válvula de expansión (9) de vuelta hacia el primer intercambiador térmico (5).

20 16. Instalación según la reivindicación 15, que puede hacerse funcionar según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 14.

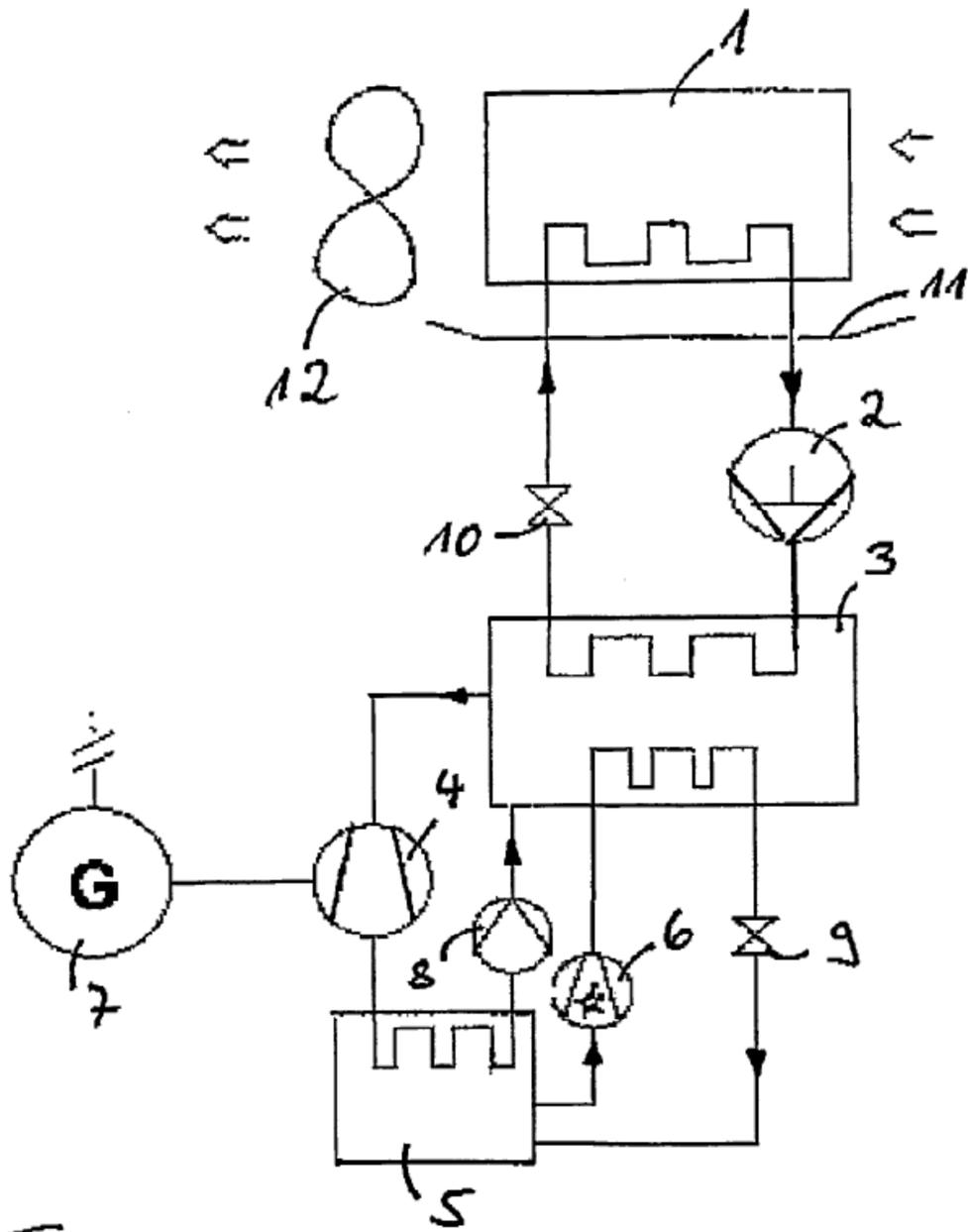


Fig. 1