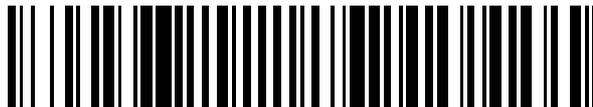


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 073**

51 Int. Cl.:

F01K 25/08 (2006.01)

F01K 19/08 (2006.01)

F03G 6/06 (2006.01)

F01K 25/06 (2006.01)

F04F 5/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2007 E 07728996 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2012 EP 2021634**

54 Título: **Instalación y procedimiento asociado para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica**

30 Prioridad:

16.05.2006 DE 102006022792

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

26.04.2013

73 Titular/es:

**ECOENERGY PATENT GMBH (100.0%)
LANDWEHRSTRASSE 54
64293 DARMSTADT, DE**

72 Inventor/es:

**OSER, ERWIN;
HAMM, HUBERT y
RANNO, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 402 073 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

Instalación y procedimiento asociado para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica

5 La invención se refiere a un procedimiento y a una instalación para la conversión de energía calorífica en energía mecánica mediante expansión de un medio de trabajo en forma de vapor en un dispositivo de expansión conectado con un primer evaporador. La invención prevé a este respecto la posibilidad de que prácticamente toda o toda la energía, posteriormente también denominadas energías auxiliares, se proporcionen para la producción y el transporte de vapores y gases que se producen completamente a partir de la energía cinética generada por medio del procedimiento según la invención, del medio de trabajo en forma de vapor formado, por ejemplo, en el evaporador y/o del propulsor formado por ejemplo en un colector como segunda unidad de evaporación independiente, de modo que en esta forma de realización no es necesaria ninguna o prácticamente ninguna energía auxiliar mecánica o eléctrica adicional para llevar a cabo el procedimiento según la invención.

La invención es además adecuada para realizar alternativas de realización energéticamente eficientes en el caso de la conversión de las cantidades de calor que se producen a diferentes niveles de temperatura.

15 Para la conversión de energía calorífica en energía mecánica se conocen según el estado de la técnica diferentes procedimientos y dispositivos. Las centrales de vapor trabajan a una presión desde 20 hasta más de 40 MPa con una expansión de hasta aproximadamente 4 KPa, es decir tales instalaciones trabajan para la obtención de energía con una relación de compresión en el intervalo de 500 a 1.000. En estos procedimientos se convierte adicionalmente en energía eléctrica esencialmente la energía mecánica a partir de la expansión de un medio de trabajo en forma de vapor generado con el calor por medio de evaporación, con ayuda de generadores. Para una buena eficiencia energética, es decir, un elevado rendimiento de conversión de calor en energía mecánica, ha de preverse para la expansión en el caso de instalaciones y procedimientos conocidos en el estado de la técnica una gran relación de compresión. Por ello se hacen funcionar instalaciones convencionales con grandes presiones de salida, que se ajustan mediante evaporación de un gas impulsor a altas temperaturas, es decir vapor de agua de al menos 500 °C a 600 °C. A este respecto, como unidades de expansión se utilizan habitualmente turbinas. Después de la expansión se condensa el propulsor, debiendo evacuarse el calor de condensación que se produce como calor perdido.

30 Otro procedimiento conocido es el proceso ORC. En el proceso ORC también se calienta y evapora el medio de trabajo. A continuación se expande a través de una turbina de vapor para extraer energía mecánica al proceso. Después de la turbina se conduce el vapor a través de un recuperador, para alimentar energía residual de la fase de vapor al medio de trabajo líquido. A continuación se condensa el medio de trabajo aún en forma de vapor y se alimenta de nuevo al proceso a través de la bomba de alimentación. Habitualmente, para el funcionamiento de tales instalaciones se usan niveles de temperatura del vapor de trabajo desde 150 °C hasta 300 °C.

35 El documento US 4.089.177 describe una máquina térmica para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, que comprende una turbina, un refrigerador y un dispositivo de calefacción. Un medio circula en dos circuitos: un circuito en forma de gas y un circuito líquido. Estos dos circuitos se reúnen mediante una bomba de chorro y se separan de nuevo mediante un dispositivo de separación.

40 En el caso particular de la conversión, especialmente interesante hoy en día en cuanto a un aprovechamiento de energías renovables, de energía calorífica solar en energía mecánica o eléctrica, la denominada producción de electricidad termosolar mediante una expansión de medio de trabajo en forma de vapor, se siguen preferentemente tres alternativas de diseño diferentes. En la primera alternativa se concentra la radiación solar con espejos exteriores sobre un evaporador dispuesto en el centro, con el que se evapora un medio de trabajo que, a continuación, se expande en una turbina. En la segunda alternativa se realiza la concentración de la radiación solar ya en el dispositivo de recogida, por ejemplo colectores de canales parabólicos, en los que un tubo absorbente discurre en el eje focal de un espejo parabólico lineal. El vapor generado allí se reúne a continuación y se expande en una turbina de expansión central. Este proceso de expansión térmica en una turbina de expansión corresponde esencialmente a los procesos de expansión térmica en centrales eléctricas.

Como tercera alternativa más reciente se usan entretanto los denominados sistemas disco Stirling, en los que la radiación solar se concentra en un espejo parabólico sobre la cámara del evaporador de un motor Stirling, mediante lo cual se acciona el motor Stirling.

50 Una desventaja de los sistemas descritos hasta el momento es la temperatura inicial elevada necesaria para un buen rendimiento de manera correspondiente a las condiciones de Carnot, es decir en el caso de vapor de agua actualmente ≥ 600 °C y en el caso del procedimiento ORC ≥ 200 °C, para la expansión del vapor. Esta es la razón para la concentración de la radiación solar con sistemas de espejo, dado que sólo de este modo pueden alcanzarse en general las altas temperaturas necesarias. A este respecto es una desventaja que estos requisitos sólo puedan satisfacerse con luz directa del sol, es decir, no con radiación solar difusa, tal como se produce con el cielo cubierto. Esto tiene consecuencias desventajosas para la disponibilidad de una instalación construida de este modo.

Una desventaja particular es que en aquellas regiones, en las que el número de horas anuales con luz directa del sol es comparativamente bajo, tal como por ejemplo en el norte de Europa y Europa Central. De este modo no

sorprende que la producción de energía eléctrica a partir de instalaciones termosolares se haya previsto hasta ahora sólo en regiones soleadas, tales como el sur de Europa, los estados soleados de los EE.UU. u otras regiones cercanas al ecuador.

5 La invención se ha propuesto ahora la meta de vencer al menos una de las desventajas mencionadas anteriormente del estado de la técnica.

La solución del objetivo se consigue según la invención mediante las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

10 En particular, el objeto de la presente invención se refiere a procedimiento para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica, comprendiendo el procedimiento al menos dos circuitos conectados entre sí, comprendiendo el procedimiento al menos dos circuitos, que están conectados a través de al menos una sección parcial común, presentando el primer circuito al menos un dispositivo de expansión y estando conectada la sección parcial común con el primer y segundo circuito a través de al menos un compresor de chorro, conduciéndose en el primer circuito un medio de trabajo y en el segundo circuito un propulsor y en la sección parcial común una mezcla de medio de trabajo y propulsor, separándose la mezcla formada en el compresor de chorro posteriormente en un dispositivo de separación en corriente de medio de trabajo y corriente de propulsor, recirculándose el medio de trabajo hacia el primer circuito y alimentándose a una unidad de evaporador, suministrándose el medio de trabajo evaporado al dispositivo de expansión y posteriormente al compresor de chorro y propulsor separado se recircula hacia el segundo circuito y con el fin de absorción de energía calorífica se suministra a un colector y después de la absorción de energía calorífica se alimenta al compresor de chorro. Al menos una corriente parcial del propulsor se conduce después del colector de forma derivada a través del evaporador de medio de trabajo y/o se hace pasar al evaporador de medio de trabajo, con el fin de transmisión de calor al medio de trabajo en el evaporador. A continuación se recircula el propulsor al colector. Además se deriva al menos una corriente parcial después del colector y se alimenta al menos a un dispositivo de expansión. El propulsor expandido de la corriente parcial derivada se conduce entonces a través del evaporador de medio de trabajo y/o se hace pasar al evaporador de medio de trabajo, con el fin de transmisión de calor al medio de trabajo en el evaporador. A continuación se recircula el propulsor al colector. En la conducción de corriente parcial del segundo circuito está dispuesta adicionalmente al menos una unidad de expansión, por ejemplo una turbina, que se usa como accionamiento de una bomba.

El medio de trabajo y el propulsor pueden ser iguales o diferentes.

30 Se prefiere que el medio de trabajo y el propulsor estén formados de la misma sustancia/mezcla de sustancias, de modo que la mezcla sea homogénea.

Se prefiere que el medio de trabajo y el propulsor estén formados por dos sustancias/mezclas de sustancias diferentes, preferentemente líquidos inmiscibles.

35 La característica vapor en el sentido de la presente invención comprende también sustancias en forma gaseosa así como también gases que contienen un porcentaje de líquido, tal como niebla y similares.

La expresión el propulsor se guía o se conduce para la transmisión de calor "al y/o a través del evaporador" significa que el propulsor se conduce a través de una unidad, por ejemplo un tubo, de modo que no se produzca un mezclado con medio de trabajo o la salida del propulsor al medio de trabajo.

40 Una ventaja del procedimiento según la invención es por ejemplo la posibilidad de realizar la conversión del calor solar en energía mecánica también con el cielo cubierto. Esto significa que para captar la radiación solar pueden usarse colectores o sistemas de colectores más sencillos, por ejemplo condensadores de placas, en los que la luz del sol se recoge en plano. Las temperaturas que pueden alcanzarse con ello, que se transmiten a un propulsor que fluye, también denominado de ahora en adelante fluido portador térmico, están limitadas en este caso a temperaturas en el intervalo de alrededor de aproximadamente ≤ 100 °C, dependiendo de la transmisión de calor actual [Q.] de la fuente de energía externa.

45 Una conversión energéticamente eficiente de calor a este "nivel de temperatura baja", es decir temperaturas de por ejemplo 30 °C hasta 100 °C, no es técnicamente relevante sólo en la técnica termosolar, sino también en el aprovechamiento de otras energías renovables, por ejemplo en la técnica geotérmica o en el caso de los calores de escape de los motores de combustión de plantas en cogeneración accionados con bioenergía. Además este intervalo de temperatura es de gran importancia generalmente en cuanto a los calores de escape procedentes de procesos térmicos industriales.

En el documento WO2005061858 (WO2004EP53654) se indica un procedimiento en el que la expansión se realiza en un equipo de expansión a baja presión, preferentemente en forma de un soplador de émbolos rotativos, también denominados sopladores Roots, al que se remite en su totalidad.

55 En el caso de un soplador de émbolos rotativos, también sopladores Roots o sopladores de émbolos giratorios, se trata de un soplador, que trabaja sin compresión interna, es decir se asemeja a las bombas de ruedas dentadas y

bombas de paletas celulares. Por ejemplo, rotores de dos o también tres paletas transportan en los espacios libre entre las paletas y la pared externa un gas (en la mayoría de los casos aire) desde el lado de aspiración hasta el lado de compresión, que entonces se comprime por la corriente de retorno del gas comprimido.

5 La rotación de los pistones rotativos o giratorios incluye el aire en el lado de aspiración entre rotor y carcasa y lo transporta sin compresión interna hasta el lado de compresión. La cámara de transporte se impermeabiliza sin aceite sólo mediante el espaciado mínimo entre rotor y carcasa.

Los sopladores de émbolos rotativos los ofrecen por ejemplo los siguientes fabricantes conocidos:

- Kaeser Kompressoren GmbH,
- Aerzener Maschinenfabrik GmbH,
- 10 - RKR Verdichtertechnik GmbH.

El procedimiento según la invención puede presentar un dispositivo de expansión en forma de un dispositivo de expansión de baja presión, preferentemente es al menos un soplador de émbolos rotativos, una bomba de rueda ovalada y/o un expansor helicoidal, preferentemente con cámara de aspiración estanca a los gases, siendo de la manera más preferente un soplador de émbolos rotativos.

15 Expansión a baja presión en el sentido de la presente invención significa que un medio de trabajo y/o un propulsor se expanden desde una presión más alta en el intervalo de por ejemplo $\geq 0,12$ MPa a 1 MPa, preferentemente de 0,25 MPa a 0,80 MPa y preferentemente de 0,30 MPa a 0,60 MPa, hasta una presión más baja.

20 Expansión a alta presión el sentido de la presente invención significa que un medio de trabajo y/o un propulsor se expanden desde una presión más alta en el intervalo de por ejemplo > 1 MPa a $\leq 0,20$ MPa, preferentemente de 1,20 MPa a 1,8 MPa y preferentemente de 1,4 MPa a 1,6 MPa hasta una presión más baja.

Según la invención puede estar previsto que al menos un dispositivo de expansión para la conversión de energía calorífica en energía mecánica y/o eléctrica con al menos está conectado a un generador.

El medio de trabajo puede evaporarse en una unidad de evaporador y expandirse en un dispositivo de expansión conectado aguas abajo de la unidad de evaporador.

25 La temperatura y la presión del medio de trabajo que se alimenta al compresor de chorro es preferentemente menor que la temperatura y la presión del propulsor que se alimenta al compresor de chorro.

El procedimiento según la invención puede utilizarse preferentemente cuando la temperatura de la fuente de calor externa se eleva a ≤ 500 °C, preferentemente de 0 °C a ≤ 250 °C, preferentemente de ≥ 30 °C a ≤ 150 °C, más preferentemente de ≥ 50 °C a ≤ 120 °C y de manera especialmente preferente de ≥ 70 °C a ≤ 90 °C.

30 Para aumentar el rendimiento del procedimiento según la invención y de la instalación según la invención puede ser ventajoso si la presión del medio de trabajo en la unidad de evaporador y/o antes del dispositivo de expansión se eleva a $\geq 0,15$ MPa y ≤ 1 MPa, preferentemente $\geq 0,20$ MPa y $\leq 0,50$ MPa y preferentemente $\geq 0,30$ MPa y $\leq 0,40$ MPa.

35 La presión de la mezcla de medio de trabajo y propulsor puede encontrarse por ejemplo inmediatamente tras abandonar el compresor de chorro alrededor de al menos 0,03 MPa, preferentemente de 0,05 MPa a 0,60 MPa, preferentemente de 0,07 MPa a 0,5 MPa y de manera especialmente preferente de 0,10 MPa a 0,30 MPa por encima de la presión del medio de trabajo entre unidad de evaporador y dispositivo de expansión.

El procedimiento según la invención prevé que con el nivel de temperatura proporcionado a través de un colector y/o una fuente de calor adecuados se evapore propulsor y se alimente al compresor de chorro.

40 Puede preferirse que el propulsor en el colector experimente una absorción de energía calorífica, de modo que el propulsor, preferentemente como vapor, presente una presión de más de 0,20 MPa, preferentemente más de 0,40 MPa, aún más preferentemente más de 0,50 MPa y como máximo 1 MPa antes de la entrada en el compresor de chorro.

45 Puede preferirse además que el medio de trabajo presente una entalpía de evaporación molar menor que el propulsor, para así generar un gran volumen de vapor.

Bajas entalpías de evaporación molares pueden elevarse por ejemplo ≤ 30 kJ/Mol, preferentemente ≤ 25 kJ/Mol, aún más preferentemente ≥ 15 kJ/Mol y ≤ 20 kJ/Mol.

En el compresor de chorro puede introducirse el propulsor como vapor y/o líquido. Es ventajoso si el líquido se encuentra en las relaciones de compresión dadas cerca de o en el punto de ebullición.

50 Cerca del punto de ebullición puede ser por ejemplo una temperatura, que se encuentre como máximo de > 0 °C a ≤ 15 °C, preferentemente de ≥ 1 °C a ≤ 10 °C y de manera especialmente preferente ≥ 2 °C a ≤ 8 °C por debajo del

punto de ebullición del propulsor usado a la presión dada en cada caso, que reina en la conducción al compresor de chorro.

El vapor de medio de trabajo generado en la unidad de evaporador puede presentar una temperatura en el intervalo de $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $\leq 120\text{ }^{\circ}\text{C}$, preferentemente de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $\leq 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ y preferentemente de $\geq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $\leq 90\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- 5 El vapor de medio de trabajo después de la expansión y antes del compresor de chorro puede presentar en particular presiones en el intervalo de $\geq 0,05\text{ MPa}$ y $\leq 0,3\text{ MPa}$, preferentemente de $\geq 0,07\text{ MPa}$ y $\leq 0,20\text{ MPa}$ y preferentemente de $\geq 0,1\text{ MPa}$ y $\leq 0,15\text{ MPa}$.

10 Como medio de trabajo y/o propulsor pueden preverse según la invención disolventes orgánicos de cadena corta de la clase de los alcoholes mono- o polihidroxilados, aldehídos, cetonas o ésteres, medios refrigerantes, hidrocarburos de cadena corta con grupos secundarios o siliconas.

15 A continuación se describen realizaciones a modo de ejemplo del procedimiento según la invención sobre la base de propulsores generados en un colector o colector térmico a partir de propulsor. En cambio, puede usarse también propulsor en forma directamente líquida, es decir, según la invención puede ser ventajoso si no se evapora el propulsor. Habitualmente, la capacidad calorífica específica de líquidos es mejor de la de los gases. Dado que el propulsor se usa para transmitir energía calorífica al medio de trabajo, puede ser ventajoso el uso exclusivo de un propulsor únicamente líquido para todo el proceso de procedimiento.

Las realizaciones comparables basadas en una compresión provocada con un propulsor caliente son asimismo objeto de la invención. En esta manifestación en el compresor no se forma ninguna mezcla, sino una mezcla de dos fases.

20 Los compresores de chorro, en la realización o bien como compresor de chorro de vapor o bien compresor de chorro de líquido, utilizan la energía de un líquido / vapor más comprimido y comprimen con ello vapor poco comprimido hasta un nivel de presión medio. Principalmente tales compresores de chorro se hacen funcionar con vapor de agua o agua y sirven también en la mayoría de los casos para la compresión de vapor de agua. En principio los compresores de chorro pueden hacerse funcionar con cualquier vapor / líquido y pueden transportar los más diversos vapores.

30 Habitualmente un compresor de chorro comprende una boquilla para el propulsor conectada con un difusor y una embocadura de aspiración para el medio de trabajo. Por medio de la boquilla se convierte energía de presión del propulsor en energía cinética. El chorro de propulsor se rompe con el medio de trabajo aspirado a través de la embocadura de aspiración, formándose la mezcla de medio de trabajo y propulsor. Además el propulsor cede su energía mediante intercambio de impulsos en parte al medio de trabajo aspirado. La mezcla generada experimenta a continuación en el difusor una compresión, aumentando la presión de la mezcla hasta un nivel de presión medio. Es decir, esta presión de la mezcla es menor que la presión del propulsor antes de la entrada en la boquilla del compresor de chorro pero mayor que la presión del medio de trabajo aspirado. El difusor presenta una sección transversal creciente, de modo que se ralentiza el flujo, por lo que según Bernoulli aumenta la presión estática.

35 Puede preferirse que la presión final de la mezcla directamente después de la compresión en el difusor del compresor de chorro sea mayor que la presión en el evaporador en el que se evapora el medio de trabajo, de modo que la temperatura de condensación dependiente de la presión de la mezcla es mayor que la temperatura de evaporación del medio de trabajo, para que pueda transmitirse calor al medio de trabajo.

40 Los compresores de chorro se utilizan en evaporación, destilación, refrigeración, cristalización, desgasificación y secado.

En el compresor de chorro se comprime medio de trabajo expandido del primer circuito y propulsor del segundo circuito. La mezcla de medio de trabajo y propulsor se denomina posteriormente también mezcla.

Según la invención, el medio de trabajo y propulsor pueden componerse de componentes iguales o componentes diferentes.

45 En un dispositivo de separación se separan medio de trabajo y propulsor.

50 Para el caso de que medio de trabajo y medio de separación se compongan de componentes iguales, en un dispositivo de separación conectado aguas abajo del compresor de chorro se conduce una primera corriente parcial como medio de trabajo hacia la unidad de evaporador, es decir hacia el primer circuito, y una segunda corriente parcial como propulsor se recircula hacia el segundo circuito. Se sobrentiende que la distribución de medio de trabajo y propulsor deberá seleccionarse de modo que los respectivos circuitos no funcionen en seco.

Para el caso de que medio de trabajo y medio de separación se compongan de componentes diferentes, éstos se separan por ejemplo debido a diferentes propiedades físicas, tales como diferencias de densidad, inmiscibilidad, etc. Se sobrentiende que la distribución de medio de trabajo y propulsor se seleccionará de modo que los respectivos circuitos no funcionen en seco.

ES 2 402 073 T3

El medio de trabajo se recircula tras la separación en la unidad de separación a la unidad de evaporador y el propulsor se recircula al colector para la absorción de energía calorífica.

La unidad de separación, también denominado dispositivo de separación, puede presentar una regulación del nivel. La regulación del nivel puede ser una válvula de nivel controlado.

5 Por ejemplo el control puede ser de tal manera que en los dos evaporadores estén en cada caso siempre presentes en cantidad suficiente propulsor y medio de trabajo. Esta condición puede detectarse por ejemplo mediante al menos un sensor de nivel en la unidad de evaporador y/o en el colector, con el que se controlan válvulas en las conducciones de alimentación respectivas, de modo que el nivel de líquido en los evaporadores oscila por ejemplo entre un nivel mínimo y un nivel máximo ajustados.

10 Posteriormente se describe la trayectoria del medio de trabajo en el primer circuito. En la unidad de evaporador se evapora medio de trabajo líquido. La energía necesaria para la evaporación del medio de trabajo líquido en el evaporador puede proceder de una fuente de calor externa y/o proceder a través de la transmisión de calor de la mezcla de medio de trabajo y propulsor. Preferentemente la transmisión de calor se realiza exclusivamente desde la mezcla. La transmisión de calor se realiza preferentemente estando dispuesto al menos un dispositivo de intercambio de calor, por ejemplo en forma de tubos, placas, etc. en y/o sobre la unidad de evaporador, de modo que puede realizarse una transmisión de calor al medio de trabajo. De manera especialmente preferente se usa mezcla para la transmisión de calor, que se conduce a través de un tubo(s), sobre y/o a través de la unidad de evaporador. Cuando la mezcla se encuentra como vapor, puede condensarse debido a la transmisión de calor. Para posibilitar una transmisión de calor, es necesario que la temperatura de la mezcla con el fin de transmisión de calor sea más alta que la temperatura del medio de trabajo. Además se prefiere que la presión de la mezcla con el fin de transmisión de calor sea mayor que la presión del medio de trabajo en el evaporador. Se prefiere una diferencia de temperatura entre medio de trabajo en el evaporador y mezcla de ≥ 3 °C a ≤ 20 °C, preferentemente de ≥ 5 °C a ≤ 15 °C y preferentemente de ≥ 7 °C a ≤ 10 °C.

25 El medio de trabajo evaporado en la unidad de evaporador, también denominada evaporador se alimenta a un dispositivo de expansión. Preferentemente el medio de trabajo en forma de vapor presenta una presión en el intervalo de 0,15 MPa a 0,50 MPa, preferentemente de 0,20 MPa a 0,40 MPa.

30 El medio de trabajo en forma de vapor se expande en el dispositivo de expansión. La presión del medio de trabajo en forma de vapor después de la expansión de presión en el evaporador se encuentra en el intervalo de 0,03 MPa a 0,30 MPa, preferentemente de 0,05 MPa a 0,15 MPa. De manera especialmente preferente la diferencia de presión del medio de trabajo en forma de vapor antes y después de la expansión de presión se eleva a de 0,10 MPa a 0,40 MPa, preferentemente de 0,15 MPa a 0,30 MPa.

Después de la expansión de presión se suministran el medio de trabajo en forma de vapor y propulsor desde el segundo circuito al compresor de chorro, y por lo tanto en la sección parcial común.

35 El propulsor se lleva en un colector mediante alimentación de calor externa, por ejemplo calor de escape de procesos industriales y/o de procesos de combustión, técnica geotérmica, calor solar, y similares, hasta un nivel de temperatura más alto.

Según una forma de realización se alimenta propulsor líquido, que se llevó hasta un nivel de temperatura más alto, al compresor de chorro.

40 Según otra forma de realización se evapora propulsor líquido en el colector, de modo que se alimenta propulsor en forma de vapor, también designado en forma de gas, al compresor de chorro.

Según una forma de realización adicional el segundo circuito presenta al menos un dispositivo de expansión. El propulsor expandido en la unidad de expansión puede alimentarse por ejemplo a la mezcla después del compresor de chorro.

45 El procedimiento para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica mediante expansión de un medio de trabajo en forma gaseosa en un dispositivo de expansión conectado con un evaporador puede llevarse a cabo en una forma de realización preferida como expansión a baja presión, en el que

- el medio de trabajo expandido se comprime, con un compresor de chorro dispuesto aguas abajo del dispositivo de expansión

- al compresor de chorro se suministra un propulsor calentado en el colector,

50 - el compresor de chorro se hace funcionar de modo que la temperatura final de la mezcla alcanzada tras la compresión se encuentra por encima de la temperatura de evaporación del medio de trabajo en el evaporador, de modo que la mezcla de medio de trabajo y propulsor condensa en el intercambio de calor frente al medio de trabajo líquido que bulle en el evaporador,

- el condensado con una bomba se transporta hacia un dispositivo de separación, accionándose la bomba por

ES 2 402 073 T3

una unidad de expansión, a la que se alimenta propulsor desde el colector, y

- a partir del dispositivo de separación a través de conducciones de alimentación, preferentemente con una válvula de mando controlada por nivel, se transporta propulsor de vuelta al colector y medio de trabajo de vuelta hacia el evaporador.

5 La temperatura del propulsor que se alimenta al compresor de chorro se encontrará preferentemente por encima de la temperatura del medio de trabajo que se alimenta al compresor de chorro. Además es ventajoso que la temperatura del propulsor que se alimenta al compresor de chorro se encuentre por encima de la temperatura del medio de trabajo evaporado en el evaporador.

10 La temperatura del propulsor que se alimenta al compresor de chorro puede encontrarse en el intervalo de ≥ 40 °C a ≤ 200 °C, preferentemente de ≥ 70 °C a ≤ 150 °C y preferentemente de ≥ 90 °C a ≤ 120 °C.

Según una configuración de la presente invención, en el segundo circuito puede estar dispuesto al menos un dispositivo de expansión.

Se sobrentiende que la temperatura del propulsor con el fin de transmisión de calor al medio de trabajo en el evaporador es mayor que la temperatura del medio de trabajo en el evaporador.

15 Además puede ser ventajoso, cuando la presión del propulsor en el segundo circuito es siempre mayor que la presión del medio de trabajo en el segundo circuito.

Además puede ser ventajoso que el circuito de medio de trabajo comprenda varias corrientes parciales de medio de trabajo. Cada corriente parcial de medio de trabajo puede presentar al menos un evaporador y/o al menos un dispositivo de expansión.

20 El uso de varios evaporadores puede tener la ventaja de que la absorción de energía calorífica puede transmitirse más rápidamente al medio de trabajo que cuando se utiliza sólo un evaporador.

Por ejemplo, en una corriente de medio de trabajo pueden conectarse uno tras otro varios dispositivos de expansión.

Según una forma de realización preferida, por ejemplo en una corriente de medio de trabajo pueden estar conectados en serie al menos dos, preferentemente al menos tres dispositivos de expansión.

25 Igualmente, en una corriente de propulsor pueden conectarse uno tras otro varios dispositivos de expansión.

Según una forma de realización preferida, en una corriente de propulsor pueden conectarse en serie por ejemplo al menos dos, preferentemente al menos tres dispositivos de expansión.

Puede ser ventajoso que el circuito de propulsor comprenda varias corrientes parciales de propulsor. Cada corriente parcial de propulsor puede presentar al menos un colector y/o al menos un dispositivo de expansión.

30 En el compresor de chorro se reúnen medio de trabajo y propulsor, formándose una mezcla. El medio de trabajo en la mezcla experimenta un aumento de presión y temperatura en comparación con el medio de trabajo expandido en el primer circuito. Por el contrario, el propulsor experimenta una reducción de temperatura y de presión en comparación con el propulsor antes del compresor de chorro y después del colector en el segundo circuito.

35 La mezcla que abandona el compresor de chorro se lleva adelante en una sección parcial común y se alimenta al menos a una unidad de transmisión de calor. La unidad de transmisión de calor puede estar dispuesta en y/o sobre el evaporador. Preferentemente la unidad de transmisión de calor presenta al menos un tubo, tubo helicoidal o similar, que está dispuesto en y/o sobre el evaporador con el fin de transmisión de calor al medio de trabajo en el evaporador.

40 Preferentemente la transmisión de calor se realiza desde la mezcla hasta el medio de trabajo en el evaporador por medio de condensación de la mezcla.

La mezcla se alimenta después de la transmisión de calor a una unidad de separación, para separar entre sí medio de trabajo y medio de separación. El medio de trabajo se recircula entonces hacia el primer circuito y se alimenta la evaporador con el fin de evaporación del medio de trabajo. El propulsor separado se recircula entonces al segundo circuito y se alimenta al colector con el fin de absorción de energía calorífica.

45 El transporte de medio de trabajo, medio de separación y/o mezcla puede realizarse por medio de al menos una bomba.

Preferentemente, está dispuesta al menos una bomba en la sección parcial común entre la unidad de transmisión de calor y el dispositivo de separación.

50 La energía necesaria para hacer funcionar la bomba puede proceder de un dispositivo de expansión y/o de una unidad de expansión. Esto es ventajoso, dado que de este modo no se depende de fuentes de energía adicionales,

tales como energía eléctrica y/o combustibles fósiles.

5 El procedimiento según la invención prevé la conversión de energía calorífica en energía mecánica mediante una expansión de un medio de trabajo en forma de vapor en una unidad de expansión conectada con el evaporador, que trabaja ya en el intervalo de baja presión, por ejemplo $\geq 0,30$ MPa y $\leq 0,80$ MPa, preferentemente $\geq 0,20$ MPa y $\leq 0,60$ MPa y de manera especialmente preferente $\geq 0,15$ MPa y $\leq 0,40$ MPa con buen rendimiento.

Un buen rendimiento en el sentido de la presente invención puede ser un rendimiento de máquina del 60 %, preferentemente más del 70 %, a un más preferentemente más del 80 % de rendimiento de máquina. Un dispositivo de expansión de baja presión de este tipo puede realizarse según la invención mediante un soplador de émbolos rotativos con cámara de aspiración estanca a los gases.

10 Un colector en el sentido de la presente invención es por ejemplo un receptor de radiación, tales como colectores solares, unidades de intercambio de calor, tuberías y/o torres refrigeradoras.

15 La mezcla de propulsor y medio de trabajo expandido tiene después de la compresión una temperatura que es mayor que la temperatura de evaporación en el evaporador del medio de trabajo, de modo que la mezcla en el intercambio de calor puede condensarse frente al medio de trabajo en el evaporador. A este respecto, la mezcla cede su entalpía de condensación al medio de trabajo en ebullición en el evaporador. El condensado se separa a continuación a partir de una unidad de transporte en un dispositivo de separación en medio de trabajo y propulsor y se somete a presión, de modo que el propulsor, por un lado, se recircula de vuelta al colector, por otro lado el medio de trabajo, por ejemplo a través de una válvula de mando de nivel controlado, se recircula de vuelta hacia el evaporador del primer circuito de medio de trabajo.

20 Una ventaja de la presente invención se encuentra en el hecho de que para la condensación no es necesario ningún dispositivo de refrigeración o torre de refrigeración independiente. Esto es entonces especialmente favorable cuando en el lugar de ubicación no se encuentra disponible ningún medio de refrigeración. Además, la energía de condensación no se pierde al entorno, sino que se aprovecha de nuevo en el proceso. Esto se hace posible mediante el calentamiento de la mezcla por encima de la temperatura de evaporación del medio de trabajo en el primer circuito.

25 En una realización preferida adicional, el procedimiento según la invención puede diseñarse para una conversión simultánea de calor a diferentes niveles de temperatura en energía mecánica.

30 Tales casos se dan de múltiples formas en sistemas técnicos, por ejemplo en el caso de calores de escape de motores de combustión, en los que en el gas de escape existen temperaturas de alrededor de aproximadamente 300 °C a 400 °C, en el agua de refrigeración de aproximadamente 90 °C a 110 °C.

35 Otros ejemplos pueden encontrarse de múltiples formas en funcionamientos con procesos térmicos, en los que dependiendo de las fuentes de calor en cuestión pueden encontrarse diferentes niveles de temperatura. Las configuraciones pueden sin embargo también proporcionarse de manera intencionada, combinándose por ejemplo fuentes de calor de baja temperatura, tales como técnica geotérmica o calor solar de sistemas de colector de no concentración con fuentes de calor, que también permiten temperaturas más altas, por ejemplo sistemas de quemadores de aceite o quemadores de gas. Tales combinaciones pueden encontrarse con frecuencia también en forma de sistemas de respaldo, por ejemplo para salvar las oscilaciones día-noche del calor solar.

40 En el caso de tales condiciones previas con dos niveles de temperatura diferentes, el propulsor generado con una fuente de calor de alta temperatura puede utilizarse no sólo para el accionamiento del compresor de chorro, sino además incluso expandirse en una segunda unidad de expansión.

El propulsor expandido en el caso de la expansión a alta presión con por ejemplo $\geq 0,60$ MPa y $\leq 2,0$ MPa, preferentemente > 1 MPa y preferentemente $\geq 1,5$ MPa, se condensa a continuación en el intercambio de calor con el evaporador del medio de trabajo de la "etapa de baja temperatura".

45 A este respecto "etapa de baja temperatura" llamada también "etapa de baja presión" significa que el propulsor expandido de la etapa de alta presión debe ser aún tal alta que la temperatura de condensación dependiente de la presión sea más baja que la temperatura de evaporación en el evaporador de baja presión. A este respecto se utiliza entalpía de condensación aún contenida en el propulsor de alta presión expandido para el proceso de baja presión. Una ventaja de la técnica de instalación resulta de que el evaporador de la etapa de baja presión representa al mismo tiempo el condensador de la etapa de alta presión.

50 En esta realización el procedimiento puede llevarse a cabo con sólo un medio de trabajo para la etapa de alta presión y de baja presión, siempre que los datos termodinámicos del medio de trabajo seleccionado se ajusten a los niveles de temperatura dados de las dos fuentes de calor (para agua como medio de trabajo a aproximadamente 170 °C, la etapa de alta presión podría estar a aproximadamente 0,80 MPa, la etapa de baja presión a aproximadamente 0,20 MPa y la temperatura de evaporación a 120 °C).

55

Como alternativa el procedimiento según la invención puede sin embargo llevarse a cabo también con un medio de trabajo y medio de separación, que se son diferentes químicamente, para el "circuito de alta presión" y el "circuito de baja presión". En este caso se hace entonces necesario separar entre sí en el dispositivo de separación los dos medio de trabajo y medio de separación.

- 5 Esto se logra de la manera más sencilla en el caso de líquidos inmiscibles, que se separan en el dispositivo de separación y se separan por gravedad según el peso específico.

La característica inventiva de que mediante el funcionamiento del compresor de chorro se transforma el propulsor expandido hasta un nivel de temperatura que puede recircularse al evaporador, mediante lo cual se evita un dispositivo de refrigeración externo adicional para la condensación, ofrece en una realización preferida adicional del procedimiento según la invención la posibilidad de llevar a cabo la evaporación del medio de trabajo fundamentalmente también por debajo de la temperatura del entorno promedio, de modo que, de manera similar a en el caso de una bomba térmica, pueda aprovecharse el propio calor del entorno como fuente de calor para la evaporación del medio de trabajo. En esta realización se emplean medios de trabajo cuyo punto de ebullición es tan bajo que el vapor generado en el evaporador, en las condiciones del entorno habituales, presenta una presión de $\geq 0,20$ MPa, preferentemente $\geq 0,30$ MPa y $\leq 0,50$ MPa.

Para condensar adicionalmente la mezcla formada en el evaporador, la temperatura de ebullición en el evaporador y presión y temperatura de la mezcla después de la compresión deben ajustarse entre sí de modo que la mezcla en la sección parcial común pueda condensarse mediante transmisión de calor con medios de trabajo en ebullición en el evaporador del primer circuito.

- 20 El medio de trabajo puede presentar una temperatura de ebullición entre -20 °C y 80 °C, preferentemente entre 10 °C y 60 °C.

En esta realización el procedimiento según la invención puede hacerse funcionar de modo que el primer circuito del medio de trabajo pueda calentarse con el calor del entorno a temperaturas de por ejemplo hasta 40 °C, el segundo circuito del propulsor con colectores solares planos, de no concentración, que alcanzan temperaturas de avance entre 80 °C y aproximadamente 120 °C. De esta manera la instalación puede accionarse únicamente con el calor solar inagotable y libre de gastos, utilizándose una parte de la energía motriz en el evaporador repetidas veces para la formación propulsor. Adicionalmente, la disposición no necesita ninguna unidad de refrigeración, lo que es una gran ventaja en muchos de los emplazamientos soleados, por ejemplo en el sur de Europa o en África.

Más allá de las realizaciones descritas hasta el momento, el procedimiento según la invención ofrece como característica inventiva adicional la posibilidad de accionar cualquier unidad de transporte mecánica a través de una turbina de expansión, que se acciona con propulsor a partir del colector o de la fuente de calor. La ventaja de esta disposición se encuentra en la completa renuncia a cualquier energía auxiliar mecánica y eléctrica externa para la realización del procedimiento y para el funcionamiento de una instalación correspondiente.

Una unidad de expansión, tal como turbina de expansión, según la presente invención puede hacerse funcionar con una diferencia de presión de más de $0,30$ MPa, preferentemente más de $0,50$ MPa a $2,00$ MPa. Esta turbina de expansión servirá expresamente como unidad de accionamiento "puramente" mecánica para la bomba de alimentación, para que se evite en este caso un accionamiento eléctrico para una bomba mecánica convencional. Con el procedimiento según la invención puede así realizarse un proceso que obtiene electricidad directamente del calor solar, pero que no representa ninguna fotovoltaica.

40 De esta manera, la instalación construida según el procedimiento según la invención puede ponerse en marcha a partir del estado de reposo únicamente mediante la energía calorífica absorbida, sin que de ningún modo sea necesaria energía de arranque mecánica o eléctrica.

En principio la energía calorífica puede ponerse a disposición de cualquier forma, además de la energía solar por ejemplo también como energía fósil o bioenergía. También puede ponerse a disposición en forma de calor de escape, que o bien se usa directamente o bien tras transformación con ayuda de una o varias bomba(s) térmica(s) para el procedimiento según la invención.

Con ello, la(s) fuente(s) de energía para la generación de la energía calorífica necesaria para el accionamiento del compresor de chorro puede(n) ser, además de un colector, por ejemplo un colector solar, también una fuente de calor de gas de escape, una fuente de calor de escape de procesos de combustión, una fuente geotérmica, una bomba térmica, una pila de combustible, una fuente de calor de escape de procesos de refrigeración, un motor de combustión, una planta modular para generar energía y calor en forma combinada.

Se prefiere la provisión de energía calorífica a partir de calor del entorno o calor solar, preferentemente con sistemas de colector de no concentración, con el uso de medios de trabajo adecuados seleccionados con respecto a la temperatura de ebullición y la presión de evaporación alcanzable, como alternativa también en combinación con sistemas de colector de concentración, con los que pueden proporcionarse temperaturas más altas, u otra fuente de calor que proporciona calor a un nivel de temperatura suficientemente elevado para generar el propulsor necesario para el compresor de chorro.

Un objeto adicional de la invención se refiere a una instalación para la conversión de energía calorífica a partir de radiación solar en energía mecánica, eléctrica y/o térmica.

La instalación según la invención para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica comprende al menos un dispositivo de expansión de baja presión y al menos un compresor de chorro.

5 Preferentemente la instalación comprende además:

- un primer circuito en el que se conduce un medio de trabajo,
- un segundo circuito en el que se conduce un propulsor,
- una sección parcial común, en la que se conducen conjuntamente un medio de trabajo y propulsor.

10 La instalación para la conversión de energía calorífica en mecánica, eléctrica y/o comprende en particular al menos una unidad de evaporador, un dispositivo de expansión conectado con la misma y al menos un compresor de chorro, un primer circuito en el que se conduce un medio de trabajo, un segundo circuito en el que se conduce un propulsor, una sección parcial común en la que se conducen conjuntamente medio de trabajo y propulsor y un dispositivo de separación en el que se separan medio de trabajo y propulsor y un colector para el calentamiento del propulsor, utilizándose la energía calorífica de la mezcla en la sección parcial común para la evaporación de medio de trabajo
15 en la unidad de evaporador. Al menos una corriente parcial del propulsor se guía de manera derivada después del colector a través del evaporador de medio de trabajo y/o se hace pasar al evaporador de medio de trabajo, con el fin de transmisión de calor al el medio de trabajo en el evaporador. A continuación se recircula el propulsor al colector. Además se deriva al menos una corriente parcial después del colector y se alimenta al menos a un dispositivo de expansión. El propulsor expandido de la corriente parcial derivada se conduce entonces a través del evaporador de
20 medio de trabajo y/o se hace pasar al evaporador de medio de trabajo, con el fin de transmisión de calor al medio de trabajo en el evaporador. A continuación se recircula el propulsor al colector. En la conducción de corriente parcial del segundo circuito está dispuesta adicionalmente al menos una unidad de expansión, por ejemplo turbina, que se utiliza como accionamiento de una bomba.

25 Una unidad de evaporador para la evaporación del medio de trabajo y posteriormente un dispositivo de expansión, preferentemente un dispositivo de expansión de baja presión, para la expansión del medio de trabajo están dispuestos en el primer circuito.

En el segundo circuito está dispuesto al menos un colector para la absorción de energía calorífica del propulsor.

En la sección parcial común está dispuesto al menos un dispositivo de separación para la separación de medio de trabajo y propulsor.

30 Preferentemente el primer y segundo circuito están conectados con el compresor de chorro, el compresor de chorro y el dispositivo de separación están conectados a través de la sección parcial común y el dispositivo de separación está conectado con un primer y segundo circuito. Según la invención proporciona una instalación para la conversión de energía calorífica a partir de radiación solar en energía mecánica, eléctrica y/o térmica, que comprende los siguientes elementos constructivos:

- 35 a) una unidad de evaporador, en la que puede evaporarse un medio de trabajo,
- b) un dispositivo de expansión, que opcionalmente está conectado con un generador, estando conectado el dispositivo de expansión, preferentemente dispositivo de expansión de baja presión, aguas abajo de la unidad de evaporador,
- 40 c) un compresor de chorro, que está conectado aguas abajo del dispositivo de expansión, y en el que se comprime el medio de trabajo en forma de vapor expandido,
- d) un colector como acumulador de la energía calorífica, con el que se lleva el propulsor hasta un nivel de temperatura más alto,
- e) una bomba y un dispositivo de separación con al menos una válvula, en el que se separa la mezcla en medio de trabajo y propulsor,
- 45 f) una unidad de expansión, preferentemente una turbina de expansión, que acciona la bomba,
- g) dado el caso un dispositivo de expansión de baja presión adicional con generador acoplado, que está dispuesto en el segundo circuito después del colector,
- h) dado el caso una bomba de alimentación de líquido para aumentar la presión, cuando el compresor de chorro se acciona con un líquido.

50

La instalación según la invención puede estar diseñado de modo que se guíe en y/o a través de la unidad de evaporador propulsor y/o mezcla con el fin de transmisión de calor, al medio de trabajo, conduciéndose el propulsor y/o mezcla preferentemente mediante una tubería y/o tubo helicoidal sobre y/o en el evaporador.

5 La instalación según la invención puede comprender por ejemplo tres corrientes parciales de propulsor, conduciendo preferentemente una primera corriente parcial del propulsor hasta un dispositivo de expansión, conduciendo una segunda corriente parcial del propulsor a un compresor de chorro y conduciendo una tercera corriente parcial a una unidad de expansión.

10 Puede preferirse que la primera corriente parcial del propulsor después del dispositivo de expansión se recircule en y/o a través del evaporador hacia el colector, la segunda corriente parcial del propulsor se mezcle en el compresor de chorro con medio de trabajo y entonces se conduzca en la sección parcial común hasta el dispositivo de separación y después de la separación se recircule entonces hacia el colector y la tercera corriente parcial después de la unidad de expansión se alimente a la mezcla después del compresor de chorro.

15 La conducción medio de trabajo, propulsor y/o mezclas se realiza, cuando no se indica lo contrario, preferentemente mediante tuberías. Para evitar pérdidas de calor es ventajoso que las tuberías presenten un aislamiento térmico, siempre que esto sea ventajoso.

Otras ventajas, características y particularidades de la invención se desprenden de la siguiente descripción, en la que, en referencia a la figura 1 y la figura 2, se describen en detalle ejemplos de realización de la invención.

Muestran

20 *la figura 1* una instalación para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica.
la figura 2 una instalación para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica en una realización en dos etapas.

En la figura 1 se representa como ejemplo una conversión de calor solar con un colector de canales parabólicos de concentración (2) para la generación del propulsor para el compresor de chorro.

25 La energía calorífica que incide a partir de la fuente de energía (1) "radiación solar" en un colector (2) calienta propulsor para un compresor de chorro (3). Durante la expansión del propulsor, en el compresor de chorro (3) el propulsor transmite energía calorífica al medio de trabajo en forma de vapor, que evapora en una unidad de evaporador (8) y se ha expandido en un dispositivo de expansión de baja presión (9) dispuesto aguas abajo del evaporador. Medio de trabajo y propulsor son iguales químicamente, de modo que durante el mezclado en el compresor de chorro (3) se forme una fase de vapor homogénea.

30 La instalación se hace funcionar de modo que el nivel de presión y con ello la temperatura de la mezcla de medio de trabajo y propulsor sea mayor que la presión y la temperatura de ebullición del medio de trabajo que bulle en el evaporador (8). Por este motivo la mezcla de la sección parcial común puede transmitir su energía de condensación mediante transferencia de energía calorífica durante la conducción a través del evaporador (8) al medio de trabajo que bulle en el evaporador (8). El condensado de la mezcla se separa en un dispositivo de separación (6) y por medio de una bomba se transporta propulsor por un lado de vuelta hacia el segundo circuito que presenta colector solar (2), por otro lado medio de trabajo hacia el primer circuito a través de una conducción provista de una válvula de nivel controlado de vuelta hacia el evaporador (8). La bomba (5) se acciona por un dispositivo de expansión (4), preferentemente turbina de expansión (4), que se carga con propulsor a partir del colector solar (2).

35 40 En la figura 2 se representa una forma de realización con dos fuentes de calor a, en cada caso, dos niveles de temperatura diferentes. A este respecto se toma como base una conversión de los calores de escape de una planta modular para generar energía y calor en forma combinada y de una agua de refrigeración de la refrigeración del motor, debiendo considerarse los gases de escape como fuente de calor al nivel de temperatura más alto y el agua de refrigeración de la refrigeración del motor como fuente de calor de baja temperatura. Al colector (2) del segundo circuito que contiene propulsor se alimenta calor a partir de la corriente de gas de escape de un motor de combustión, que evapora el propulsor que se encuentra en el colector. En una primera corriente parcial del vapor de propulsor se alimenta al compresor de chorro (3). La segunda corriente parcial del vapor de propulsor se alimenta a un dispositivo de expansión (12) y se expande, transformándose con un generador (13) conectado energía mecánica en energía eléctrica. Después de la expansión del vapor de propulsor de la segunda corriente parcial se guía el vapor de propulsor a través de la unidad de evaporador de medio de trabajo (8) cediendo el vapor de propulsor energía calorífica al medio de trabajo con el fin de evaporación y condensando a este respecto. El propulsor condensado de la segunda corriente parcial se recircula con la bomba de alimentación (18) al colector. El propulsor evaporado de la primera corriente parcial que se recircula al compresor de chorro (3), forma con el medio de trabajo del primer circuito alimentado al compresor de chorro (3) con formación de una mezcla. Además se expande el medio de trabajo evaporado en el evaporador (8) en un dispositivo de expansión (9) que está conectado con un generador (10). El medio de trabajo expandido del primer circuito se alimenta al compresor de chorro (3). En la sección parcial común se hace pasar la mezcla de medio de trabajo y propulsor desde el compresor de chorro (3) a través de la unidad de evaporador (8) con el fin de transmisión de calor desde energía calorífica de la mezcla al

5 medio de trabajo, para evaporar el medio de trabajo en el evaporador (8). La mezcla condensada durante la transmisión de calor se transporta hacia el dispositivo de separación (6) por medio de la bomba (5). En el dispositivo de separación se separa la mezcla y se recircula medio de trabajo al evaporador (8) y se recircula propulsor al colector (2). La bomba (5) se acciona por una unidad de expansión (20), que se acciona a través de una tercera corriente parcial del propulsor después del colector (2), guiándose la tercera corriente parcial a continuación o bien a la mezcla y/o bien a la segunda corriente parcial antes de la bomba (18).

Lista de números de referencia

- | | | |
|----|----|---------------------------|
| | 1 | fuente de energía |
| | 2 | colector |
| 10 | 3 | compresor de chorro |
| | 4 | unidad de expansión |
| | 5 | bomba |
| | 6 | dispositivo de separación |
| | 7 | válvula |
| 15 | 8 | evaporador |
| | 9 | dispositivo de expansión |
| | 10 | generador |
| | 12 | dispositivo de expansión |
| | 13 | generador |
| 20 | 18 | bomba |
| | 20 | unidad de expansión |
| | 22 | fuelle de energía |

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica, comprendiendo el procedimiento al menos dos circuitos, que están conectados a través de al menos una sección parcial común, presentando el primer circuito al menos un dispositivo de expansión (9), conduciéndose en el primer circuito un medio de trabajo y en el segundo circuito un propulsor y en la sección parcial común una mezcla de medio de trabajo y propulsor, recirculándose el medio de trabajo hacia el primer circuito y alimentándose a una unidad de evaporador (8), estando conectada la sección parcial común con el primer y el segundo circuitos a través de al menos un compresor de chorro (3), separándose la mezcla formada en el compresor de chorro (3) posteriormente en un dispositivo de separación (6) en corriente de medio de trabajo y corriente de propulsor, suministrándose el medio de trabajo evaporado al dispositivo de expansión (9) y posteriormente al compresor de chorro (3), **caracterizado porque** el propulsor separado se recircula hacia el segundo circuito y se suministra a un colector (2) con el fin de absorción de energía calorífica y después de la absorción de energía calorífica se alimenta al compresor de chorro (3), estando dispuesta al menos una unidad de expansión adicional (4, 20) en una corriente parcial del segundo circuito del propulsor después del colector (2), para accionar una bomba (5, 18) que transmite medio de trabajo, propulsor y/o mezcla.
2. Procedimiento para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo de expansión (9) es un dispositivo de expansión de baja presión, preferentemente al menos un soplador de émbolos rotativos (9), una bomba de rueda ovalada y/o un expansor helicoidal, preferentemente con cámara de aspiración estanca a los gases, siendo lo más preferido un soplador de émbolos rotativos (9).
3. Procedimiento para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la temperatura y la presión de la mezcla de propulsor y vapor de medio de trabajo aspirado en el momento de la transferencia de energía calorífica al medio de trabajo con el fin de la evaporación en el evaporador (8) son mayores que las del medio de trabajo a evaporar que se encuentra en el evaporador (8).
4. Procedimiento para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se recircula propulsor condensado a la fuente de calor externa al menos en parte con el fin de la evaporación.
5. Procedimiento para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** durante la transferencia de energía calorífica desde el propulsor en forma de vapor al medio de trabajo que se encuentra en el evaporador (8) se recircula propulsor condensado a un dispositivo de separación (6), presentando el dispositivo de separación (6) preferentemente una regulación del nivel de líquido.
6. Procedimiento para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores mediante expansión de un medio de trabajo en forma gaseosa en un dispositivo de expansión (9) conectado con un evaporador (8), **caracterizado porque**
- la expansión se lleva a cabo como expansión a baja presión,
 - el medio de trabajo expandido se comprime con un compresor de chorro (3) dispuesto aguas abajo del dispositivo de expansión (9),
 - al compresor de chorro (3) se le suministra un propulsor calentado en el colector (2),
 - el compresor de chorro se hace funcionar de modo que la temperatura final de la mezcla alcanzada tras la compresión se encuentra por encima de la temperatura de evaporación del medio de trabajo en el evaporador (8), de modo que la mezcla de medio de trabajo y propulsor se condensa en el intercambio de calor frente al medio de trabajo líquido que bulle en el evaporador (8),
 - el condensado se transporta con una bomba (5) a un dispositivo de separación (6), accionándose la bomba (5) por medio de una unidad de expansión (4), a la que se alimenta propulsor desde el colector (2), y
 - a partir del dispositivo de separación (6) a través de conducciones de alimentación, preferentemente con una válvula de mando controlada por nivel, se transporta propulsor de vuelta al colector (2) y medio de trabajo de vuelta hacia el evaporador (8).
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la energía calorífica, que se alimenta al colector (2) o al evaporador (8), al menos en parte procede de una fuente de energía (1) que comprende calor de gases de escape, calor de escape de procesos de combustión, fuentes geotérmicas, colectores solares, bombas de calor, pilas de combustible, calor de escape de procesos de refrigeración, calor ambiente del aire o del agua, un motor de combustión, una planta modular para generar energía y calor en forma combinada.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el propulsor generado en el colector (2) no sólo se alimenta al compresor de chorro (3), sino que además se expande a través de un dispositivo de expansión (12).

9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la expansión del propulsor hace funcionar un dispositivo de expansión (12) de modo que el propulsor expandido puede condensarse directamente en el intercambio de calor con el medio de trabajo en ebullición en el evaporador (8), y el condensado se transporta con una bomba (18) de vuelta al colector.
- 5 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos un/unos dispositivo(s) de expansión (9, 12) para la conversión de energía calorífica en energía mecánica y/o eléctrica está(n) conectado(s) con un generador (10, 13).
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el propulsor expandido en la unidad de expansión (4) se alimenta a la mezcla después del compresor de chorro (3).
- 10 12. Instalación para la conversión de energía calorífica en energía mecánica, eléctrica y/o térmica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende al menos una unidad de evaporador (8), un dispositivo de expansión (9) conectado con la misma y al menos un compresor de chorro (3), un primer circuito en el que se conduce un medio de trabajo, un segundo circuito en el que se conduce un propulsor, una sección parcial común en la que se conducen conjuntamente medio de trabajo y propulsor y un dispositivo de separación (6) en el que se separan medio de trabajo y propulsor y un colector (2) para el calentamiento del propulsor, usándose la energía calorífica de la mezcla en la sección parcial común para la evaporación de medio de trabajo en la unidad de evaporador (8), estando dispuesta al menos una unidad de expansión adicional (4, 20) en una corriente parcial del segundo circuito del propulsor después del colector (2), para accionar una bomba (5, 18) que transmite medio de trabajo, propulsor y/o mezcla.
- 15 13. Instalación de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende una unidad de evaporador (8) para la evaporación del medio de trabajo y a continuación un dispositivo de expansión de baja presión (9) para la expansión del medio de trabajo dispuestos en el primer circuito, un colector dispuesto en el segundo circuito para la absorción de energía calorífica del propulsor y un dispositivo de separación dispuesto en la sección parcial común para la separación de medio de trabajo y propulsor.
- 20 14. Instalación de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en la que el primer y el segundo circuitos están conectados con el compresor de chorro (3) y el compresor de chorro (3) y el dispositivo de separación (6) están conectados a través de la sección parcial común y el dispositivo de separación (6) está conectado con un primer y un segundo circuitos.
- 25 15. Instalación de acuerdo con la reivindicación 12 a 14, que comprende al menos dos, preferentemente tres corrientes parciales de propulsor, conduciendo preferentemente una primera corriente parcial del propulsor hasta un dispositivo de expansión (12), conduciendo una segunda corriente parcial del propulsor a un compresor de chorro (3) y conduciendo una tercera corriente parcial a una unidad de expansión (20).
- 30 16. Instalación de acuerdo con la reivindicación 12 a 15, que comprende:
- a) una unidad de evaporador (8), en la que puede evaporarse un medio de trabajo,
- 35 b) un dispositivo de expansión (9), que dado el caso está conectado con un generador (10), estando el dispositivo de expansión (9), preferentemente dispositivo de expansión de baja presión (9), conectado aguas abajo de la unidad de evaporador (8),
- c) un compresor de chorro (3), que está conectado aguas abajo del dispositivo de expansión (9) y en el que se comprime el medio de trabajo en forma de vapor expandido,
- 40 d) un colector (2) como acumulador de la energía calorífica, con el que se lleva el propulsor hasta un nivel de temperatura más alto,
- e) una bomba (5) y un dispositivo de separación (6) con al menos una válvula (7), en el que la mezcla se separa en medio de trabajo y propulsor,
- 45 f) una unidad de expansión (4), preferentemente una turbina de expansión (4), que acciona la bomba (5),
- g) dado el caso un dispositivo de expansión de baja presión adicional (12) con generador (13) acoplado, que está dispuesto en el segundo circuito después del colector,
- h) dado el caso una bomba de alimentación de líquido para aumentar la presión, cuando el compresor de chorro (3) se acciona con un líquido.
- 50 17. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 12 a 16, **caracterizada porque** el dispositivo de expansión (9, 12) está conectado con un generador (10, 13), que convierte energía mecánica en energía eléctrica.
18. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 12 a 17, que puede hacerse funcionar de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 11.

Figura 1

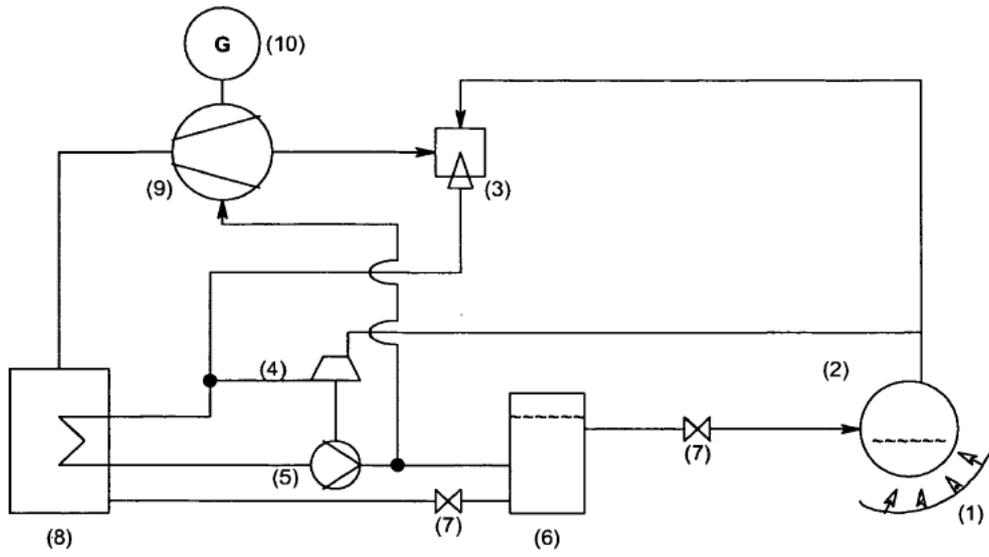


Figura 2

