



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 091**

51 Int. Cl.:
F02G 5/02 (2006.01)
F01K 23/10 (2006.01)
F01K 27/00 (2006.01)
F01K 25/08 (2006.01)
F01K 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07718460 .4**
96 Fecha de presentación : **24.05.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2029878**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.03.2009**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para convertir energía térmica en trabajo mecánico.**

30 Prioridad: **01.06.2006 AT A 950/2006**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.04.2011

73 Titular/es:
INTERNATIONAL INNOVATIONS LIMITED
Level 25 Chifley Tower, 2 Chifley Square
Sydney NSW 2000, AU

72 Inventor/es: **Mayer, Michael;**
Pfeifer, Bernd Peter;
Jegel, Franz Peter y
Hargreaves, Steve

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 356 091 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

El presente invento se refiere a un procedimiento y a un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1 para la transformación de energía térmica en trabajo mecánico.

5 Se conocen numerosos procesos en circuito cerrado y dispositivos, que sirven para transformar energía térmica en trabajo mecánico y eventualmente en corriente eléctrica en un paso siguiente. Se trata por ejemplo de procesos de vapor, de procesos Sterling o análogos. Una posibilidad de la aplicación de estos procedimientos reside en incrementar el grado de rendimiento de los motores de combustión aprovechando el calor de escape. Sin embargo, en este caso es problemático el hecho de que los niveles de temperatura disponibles son relativamente desfavorables, ya que el circuito cerrado de refrigeración del motor de combustión trabaja usualmente con temperaturas de aproximadamente 100 °C. Cuando se deba
10 transformar en trabajo mecánico el calor procedente de instalaciones solares surge un problema análogo.

En el documento WO 03/081011 A se expone una solución especial para un proceso de energía térmica de esta clase. En este documento se describe un procedimiento en el que con el calentamiento de un medio de trabajo en varios recipientes de membrana se somete a presión un medio hidráulico, que es aprovechado en una máquina de trabajo. Si bien un procedimiento de esta clase posee fundamentalmente capacidad de funcionamiento, se comprobó, que el grado de rendimiento es modesto y que el coste en aparatos es relativamente alto en relación con la cantidad de energía, que se puede obtener.
15

A través del documento US 3,803,847 A se conoce un procedimiento con funcionamiento discontinuo, que con un grado de rendimiento modesto puede generar trabajo por transformación de calor.

A través de los documentos WO 00/26509 A, JP 2002-089209 A y US 4,617, 801 A se conocen diferentes procedimientos y dispositivos para la transformación de calor en trabajo mecánico. A pesar de que en estos procedimientos se utilizan convertidores neumáticos hidráulicos, los grados de rendimiento obtenibles no son satisfactorios.
20

El objeto del presente invento es configurar un procedimiento de la clase expuesta mas arriba de tal modo, que incluso con premisas térmicas desfavorables se pueda obtener un grado de rendimiento alto, siendo relativamente reducido el parque de aparatos.

25 Un procedimiento de esta clase se compone según la reivindicación 1 de manera típica de los siguientes pasos, que se ejecutan como procesos en circuito cerrado:

- aportación de un medio de líquido desde un depósito a un recipiente de trabajo;
- calentamiento del medio de trabajo en el recipiente de trabajo por medio de un primer intercambiador de calor;
- transferencia de una cantidad parcial del medio de trabajo desde el recipiente de trabajo hacia el convertidor neumático-hidráulico, con lo que un medio hidráulico se lleva a presión desde el convertidor neumático-hidráulico a una máquina de trabajo para transformar el trabajo hidráulico del medio hidráulico en trabajo mecánico;
30
- devolución del medio de trabajo desde el convertidor neumático-hidráulico al depósito, retornando medio hidráulico hacia el convertidor neumático-hidráulico.

35 En el primer paso se extrae de un depósito un medio de trabajo, que posea una curva de presión de vapor adecuada, como por ejemplo R134a, esto es 1,1,1,2-tetrafluoretano. El medio de trabajo se halla en este depósito en un estado de equilibrio entre una fase líquida y una fase gaseosa. La presión se elige de tal modo, que se mantenga este equilibrio. En el caso del R134a y de una temperatura ambiente de aproximadamente 20 °C esta primera presión será de aproximadamente 6 bar. El medio de trabajo es transferido a un recipiente de trabajo en el que reina con preferencia una segunda presión más alta. La segunda presión es por ejemplo de 40 bar. Se puede minimizar el gasto de energía para la transferencia, cuando, de una manera preferida, sólo se bombea medio de trabajo líquido al recipiente de trabajo.
40

En el segundo paso se calienta el medio de trabajo en el recipiente de trabajo. Con el calentamiento se eleva adicionalmente la presión y el medio de trabajo se evapora en parte. El calentamiento se realiza con preferencia con calor de escape por ejemplo de un motor de combustión interna. Con un calentamiento hasta 100 ° se puede aprovechar de manera óptima el calor de escape.
45

En el tercer paso se transfiere el medio de trabajo al convertidor neumático-hidráulico. En el tiempo puede tener lugar esto después del segundo paso, es decir, que en primer lugar se aporta la totalidad del calor, estableciendo después la conexión entre el recipiente de trabajo y el convertidor neumático-hidráulico. Sin embargo, también puede existir una simultaneidad parcial o total de estos pasos, es decir, que el medio del recipiente de trabajo es calentado durante la transferencia al convertidor neumático-hidráulico. De esta manera se puede optimizar el grado de rendimiento, ya que se compensa inmediatamente el enfriamiento del medio de trabajo debido a la expansión. Además, se reduce la duración del ciclo. El medio de trabajo, que penetra en el convertidor neumático-hidráulico, que puede ser construido por ejemplo como depósito de membrana, desplaza el medio hidráulico existente en la cámara hidráulica, que se aprovecha en una máquina
50

de trabajo apropiada, por ejemplo un motor hidráulico, para generar trabajo mecánico, que puede ser aprovechado a su vez para generar energía eléctrica.

En el cuarto paso se llena nuevamente con medio de hidráulico el convertidor neumático-hidráulico por medio de una bomba pequeña con lo que se desplaza el medio hidráulico y se devuelve al depósito. Eventualmente se hace pasar el medio de trabajo por un segundo intercambiador de calor para poder adaptar la temperatura a la temperatura ambiente.

Después de este cuarto paso se continúa el proceso en circuito cerrado desde el primer paso.

El grado de rendimiento y la capacidad de la instalación pueden ser optimados, cuando se aprovechan correspondientemente las posibles transiciones de fase. En especial, el medio de trabajo sólo debe ser agitado en el primer paso en estado líquido, mientras que en el tercer paso sólo se transfiere al convertidor neumático-hidráulico la fase gaseosa.

Con preferencia se prevé, que durante el retorno del medio de trabajo desde el convertidor neumático-hidráulico al depósito se interrumpa la conexión entre el recipiente de trabajo y el convertidor neumático-hidráulico. De esta manera se pueden minimizar las pérdidas por transferencia.

Es posible optimizar el grado de rendimiento, cuando el medio de trabajo se enfría durante la transferencia del depósito al recipiente de trabajo. El enfriamiento puede tener lugar por medio de un intercambiador de calor del medio ambiente, es decir un refrigerador convencional, pero también es posible utilizar la potencia de enfriamiento del segundo intercambiador de calor, siempre que no se necesite el frío en otro lugar, por ejemplo una instalación de aire acondicionado o una unidad de enfriamiento.

Es especialmente favorable, que el medio hidráulico se mantenga a una temperatura equivalente a la temperatura media del medio de trabajo en el convertidor neumático-hidráulico. De esta manera se pueden evitar los efectos no deseados de la igualación de la temperatura.

Como ya se expuso, es posible que el medio de trabajo del convertidor neumático-hidráulico pase por un segundo intercambiador de calor. Según el desarrollo del procedimiento se pueden generar en el segundo intercambiador de calor temperaturas bajas debidas a la expansión del medio de trabajo. Estas temperaturas bajas pueden ser utilizadas para el enfriamiento con el fin de ahorrar la energía allí necesaria.

Se puede obtener una optimación adicional, en especial de la producción de frío, por el hecho de que el medio de trabajo del convertidor neumático-hidráulico se expanda hasta una presión de expansión, que se halle por debajo de la primera presión en el depósito y que por lo tanto se comprime después hasta la primera presión.

El presente invento se refiere, además, a un dispositivo para la transformación de energía térmica en trabajo mecánico con un depósito, un recipiente de trabajo y una máquina de trabajo para la transformación de trabajo hidráulico en trabajo mecánico.

De acuerdo con el invento se prevé, que el recipiente de trabajo esté conectado con un primer intercambiador de calor para calentar el medio de trabajo, que el recipiente de trabajo esté conectado con un convertidor neumático-hidráulico, que transmite la presión del medio de trabajo al medio hidráulico y que se prevea una tubería de retorno para el medio de trabajo desde el convertidor neumático-hidráulico al depósito.

Una variante de ejecución especialmente preferida del invento prevé, que se conecten en paralelo varios recipientes de trabajo y varios convertidores neumáticos-hidráulicos.

En la ejecución práctica se disponen en paralelo uno al lado de otro por ejemplo cinco de los dispositivos representados en la figura 1, que funcionan desplazados entre sí en el tiempo, como es por ejemplo el caso de un motor de combustión interna de cinco cilindros. Con ello se puede obtener un funcionamiento continuo sin oscilaciones cíclicas dignas de mención.

En lo que sigue se describirán el procedimiento y el dispositivo según el invento con detalle por medio del diagrama de conexión de la figura 1, que representa los componentes esenciales de la instalación. La figura 2 representa una curva típica de la presión de valor de un medio de trabajo.

En un depósito 1 se halla un medio de trabajo, siendo posible, que en este caso se utilice por ejemplo un medio de enfriamiento como R134 a. El medio de trabajo del depósito 1 se halla en un equilibrio de fases con la temperatura ambiente y a una presión de aproximadamente 6 bar. El depósito 1 está unido por medio de una bomba 2 de alimentación con un recipiente 3 de trabajo, pudiendo ser conectado este recipiente de trabajo por medio de una válvula 4. En el recipiente 3 de trabajo se dispone un primer Intercambiador 5 de calor, que sirve para calentar el medio de trabajo en el recipiente 3 de trabajo. El intercambiador 5 de calor es alimentado por medio de una bomba 6 de impulsión con el calor de escape de un motor de combustión interna no representado, haciendo circular por ejemplo agua a 100 °C por el primer intercambiador de calor. El recipiente 5 de trabajo comunica por medio de una tubería 7 de transferencia con una primera cámara 8a de trabajo de un convertidor 8 neumático-hidráulico construido como depósito de membrana. La primera cámara 8a de trabajo está separada de una segunda cámara 8b de trabajo por medio de una membrana 8c flexible, que separa entre sí las dos cámaras de trabajo 8a, 8b, pero que hace posible un equilibrio de presión. La segunda cámara 8b de trabajo del convertidor

5 8 neumático-hidráulico está conectada con un circuito cerrado hidráulico, que se compone de una máquina 9 de trabajo con generador 10 embridado en ella, de un recipiente 20 de aceite, de una bomba 17 de retorno y de un tercer Intercambiador 11 de calor. El tercer intercambiador 11 de calor es alimentado con una bomba 12. Una tubería 19 de trabajo adicional comunica la primera cámara 8a de trabajo del convertidor 8 neumático-hidráulico con un segundo intercambiador 16 de calor, que a través de una bomba 14 de impulsión comunica con el depósito 1. Además, las tuberías 7, 19 pueden ser cerradas a elección por medio de válvulas 7a, 19a.

En lo que sigue se describirá con detalle el funcionamiento del dispositivo según el invento.

En un primer paso se transfiere por medio de la bomba 2 de alimentación medio de trabajo líquido del depósito 1 al recipiente de 3 de trabajo, con lo que la presión pasa de 6 bar a 40 bar.

10 Una vez que el recipiente 3 de trabajo está totalmemnte lleno con medio de trabajo se cierra la válvula 4 y se procede al primer calentamiento por medio del intercambiador 5 de calor. Este calentamiento representa el segundo paso. Para él se puede aprovechar el calor de escape de otro proceso.

15 Con el calentamiento hasta 100 °C se evapora una parte del medio de trabajo en el recipiente 3 de trabajo y este vapor se transfiere en un tercer paso, estando abierta la válvula 7a, por medio de la tubería 7 a la primera cámara 8a de trabajo del convertidor 8 neumático-hidráulico. La pérdida de presión se compensa con el calentamiento adicional con el primer intercambiador 5 de calor. Al mismo tiempo se desplaza la membrana 8c del convertidor 8 neumático-hidráulico en la dirección hacia la segunda cámara 8ib de trabajo, de manera, que el medio hidráulico pasa con presión a través de la máquina 9 de trabajo, que acciona el generador 10. El tercer paso finaliza en el momento en el que la segunda cámara 8b de trabajo del convertidor 8 neumático-hidráulico es vaciado casi del todo.

20 En el cuarto paso se devuelve por medio de la bomba 17 medio hidráulico del recipiente 20 a la segunda cámara 8b de trabajo del convertidor 8 neumático-cilíndrico y el medio de trabajo de la primera cámara 8a hace pasar y se expande en el segundo intercambiador 16 de calor desde la primera cámara 8a de trabajo a través de las válvula 19a, ahora abierta, de la tubería 19. na bomba 14 de impulsión devuelve el medio de trabajo al depósito 1. Como se indica por medio de la flecha 21, el calor absorbido por el medio de trabajo en el segundo intercambiador 16 de calor puede ser evacuado como medio de enfriamiento, por ejemplo para el funcionamiento de una instalación frigorífica o de aire acondicionado. Sin embargo, una corriente parcial también puede ser aprovechada por medio de un intercambiador 15 de calor para enfriar el medio de trabajo durante la compresión.

30 La figura 2 representa una curva típica de la presión de vapor de un medio de trabajo utilizable en el circuito cerrado descrito más arriba. En este caso se trata de R 134 a, es decir de 1,1,1,2-tetrafluoretano, conocido como medio de enfriamiento. Como se puede observar, con temperatura ambiente, la fase líquida se halla en equilibrio con la fase gaseosa con una presión de aproximadamente 6 bar. Con una temperatura de 100 °C, la presión de equilibrio es de 40 bar aproximadamente.

El presente invento hace posible con un aparellaje sencillo el aprovechamiento óptimo del calor de escape de otros procesos, como por ejemplo el funcionamiento de un motor de combustión interna.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la transformación de energía térmica en trabajo mecánico con los siguientes pasos, que se ejecutan en el orden indicado como proceso en circuito cerrado:
 - aportación de un medio de trabajo líquido desde un depósito (1), en el que se halla en equilibrio con una fase gaseosa del medio de trabajo, a un recipiente (3) de trabajo;
 - 5 - calentamiento del medio de trabajo en el recipiente (3) de trabajo por medio de un primer intercambiador (5) de calor, de manera, que aumente la presión del medio de trabajo y este se evapore en parte;
 - transferencia de una cantidad parcial del medio de trabajo desde el recipiente(3) de trabajo a un convertidor (8) neumático-hidráulico con lo que se inyecta a presión un medio hidráulico desde el convertidor (8) neumático-hidráulico en una máquina (9) de trabajo para transformar el trabajo hidráulico del medio hidráulico en trabajo mecánico;
 - 10 - retorno del medio de trabajo desde el convertidor (8) neumático-hidráulico al depósito (1) retornando el medio hidráulico con una bomba al convertidor (8) neumático-hidráulico
- caracterizado porque el medio de trabajo es enfriado al pasar del depósito (1) al recipiente (3) de trabajo con un intercambiador (5) de calor y porque el medio de trabajo del convertidor (8) neumático-hidráulico se hace pasar durante el retorno al depósito (1) por un segundo intercambiador (16) de calor para enfriar el medio de trabajo en el intercambiador (15) de calor.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el medio de trabajo se comprime desde una primera presión baja en el depósito (1) hasta una presión más alta en el recipiente (3) de trabajo.
 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el medio de trabajo se transfiere en estado líquido del depósito (1) al recipiente (3) de trabajo.
 - 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el medio de trabajo se evapora parcialmente durante el calentamiento en el recipiente (3) de trabajo y es transferido en estado gaseoso del recipiente (3) de trabajo al convertidor (8) neumático-hidráulico.
 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el medio de trabajo se calienta en el recipiente (3) de trabajo de manera isocora.
 - 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque durante el retorno del medio de trabajo desde el convertidor (8) neumático-hidráulico al depósito (1) se interrumpe con una válvula (7a) la conexión entre el recipiente (3) de trabajo y en convertidor (8) neumático-hidráulico.
 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el medio hidráulico es mantenido por medio de un intercambiador de calor a una temperatura equivalente a la temperatura media del medio de trabajo en el convertidor (8) neumático-hidráulico.
 - 30 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el medio hidráulico es mantenido por medio de un intercambiador de calor a una temperatura equivalente a la temperatura media del medio de trabajo en el convertidor (8) neumático-hidráulico.
 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque una corriente parcial del frío evacuado en el intercambiador (16) es utilizada para el enfriamiento del intercambiador (15) de calor.
 - 35 10. Dispositivo para la transformación de energía térmica en trabajo mecánico con un depósito (1) para el almacenamiento del medio de trabajo en un equilibrio líquido-vapor, un recipiente (3) de trabajo y una máquina (9) de trabajo para la conversión de trabajo hidráulico en trabajo mecánico,
 - 40 - en el que se prevé un dispositivo para la transferencia de medio de trabajo entre el depósito (1) y el recipiente (3) de trabajo;
 - en el que el recipiente (3) de trabajo comunica con un primer intercambiador (5) de calor para calentar el medio de trabajo, incrementando con ello su presión y evaporándolo en parte;
 - en el que el recipiente (3) de trabajo comunica, además, con un convertidor (8) neumático-hidráulico, que transfiere la presión del medio de trabajo a un medio hidráulico, que acciona la máquina de trabajo para generar trabajo mecánico;
 - 45 - en el que se prevé una bomba (17) para recargar el convertidor (8) neumático-hidráulico con el medio hidráulico así como una tubería de retorno para el medio de trabajo desde el convertidor (8) neumático-hidráulico al depósito (1) y

- en el que se dispone un segundo intercambiador (16) de calor entre el convertidor (8) neumático-hidráulico y el depósito (1), que comunica con el intercambiador (15) de calor.

11. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado porque se prevé una bomba (2) de alimentación para bombear el medio de trabajo del depósito (1) al recipiente (3) de trabajo.

5 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 11, caracterizado porque el primer intercambiador (5) de calor está montado en el recipiente (3) de trabajo.

13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque la máquina (9) de trabajo se construye como motor hidráulico.

10 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado porque el convertidor (8) neumático-hidráulico se configura como depósito de membrana, porque el recipiente (3) de trabajo se construye como evaporador y porque el segundo intercambiador (16) de calor se construye como condensador.

15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado porque aguas abajo del segundo intercambiador (16) de calor se prevé una bomba de impulsión.

15 16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 15, caracterizado porque en el circuito cerrado del medio hidráulico se prevé un tercer intercambiador (11) de calor.

17. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 16, caracterizado porque se prevé un motor de combustión interna, que posee un dispositivo de refrigeración comunicado con el recipiente (3) de trabajo.

18. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 17, caracterizado porque se conectan en paralelo varios recipientes (3) de trabajo y varios convertidores (8) neumático-hidráulicos.

Fig. 2

