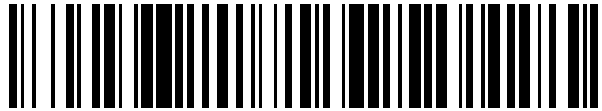


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 544**

51 Int. Cl.:

F01K 13/00 (2006.01)

F22B 1/16 (2006.01)

F28D 20/00 (2006.01)

F01K 3/12 (2006.01)

F22B 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2017 E 17020349 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.11.2021 EP 3306042**

54 Título: **Motor térmico**

30 Prioridad:

12.09.2016 DE 102016011205

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

11.04.2022

73 Titular/es:

**LÖFFLER, MICHAEL (100.0%)
Ludowicing 13c
76751 Jockgrim, DE**

72 Inventor/es:

LÖFFLER, MICHAEL

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 905 544 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

Motor térmico

Campo técnico

5

La presente invención se refiere a un motor térmico.

Estado de la técnica

10

Los motores térmicos actualmente disponibles (WKM) consisten esencialmente en un evaporador, un expansor, un condensador y una bomba de líquido. Además, un ERM incluye una fuente de calor, un disipador de calor, válvulas, tuberías y controles.

15

En el evaporador, el calor suministrado se usa para evaporar un fluido de trabajo, a menudo agua, a presión elevada. El fluido de trabajo líquido se precalienta primero en uno o más intercambiadores de calor, se evapora y, en la mayoría de los casos, se sobrecalienta.

20

El vapor generado en los intercambiadores de calor se alimenta a la máquina de expansión (vapor de alimentación) y se expande en esta. La energía mecánica obtenida con la máquina de expansión se convierte en su mayor parte en energía eléctrica y se alimenta a las redes eléctricas. El vapor expandido generalmente se alimenta a un condensador y se condensa allí. El fluido de trabajo completamente condensado se lleva a una presión mayor por medio de la bomba de líquido y se devuelve al evaporador. Esto cierra el ciclo del equipo de trabajo. El proceso se llama un proceso de ciclo.

25

Las turbinas se utilizan predominantemente como máquinas de expansión. Sin embargo, también son posibles máquinas de pistón, máquinas de tornillo y máquinas de paletas (máquinas de pistón rotativo). Las máquinas de expansión de funcionamiento continuo, como las turbinas, funcionan de forma especialmente eficaz con una determinada relación de presión (de expansión) π . Si se desvía de esta relación de presión π , la calidad exergética de la relajación cae rápidamente. Las máquinas de expansión discontinua, como las máquinas de pistón y las máquinas de tornillo, tienen altas cualidades exergéticas incluso con relaciones de presión π muy variables. En el caso de máquinas de pistón y máquinas de tornillo, esto se deriva de la variabilidad del grado de llenado del cilindro. Si el cilindro solo se llena en pequeña medida (por ejemplo, 10%) durante la carga, se logra un % de relación de presión alto (por ejemplo, $\pi = 20$ con un exponente adiabático $\kappa = 1,3$). Si el cilindro está muy lleno (por ejemplo, 50%), se obtiene una relación de presión baja π (por ejemplo, $\pi = 2,5$ a $\kappa = 1,3$). Esta conexión jugará un papel en lo que sigue.

35

40

En el caso del agua como fluido de trabajo, el proceso de motor térmico descrito con anterioridad se denomina proceso Clausius-Rankine (CRC). Si se utilizan otras herramientas, el proceso se denomina Proceso de Rankine Orgánico (ORC). Ambos tipos de procesos describen aproximadamente un rectángulo en el diagrama T-S. Por esta razón, CRC y ORC se encuentran entre los procesos similares a Carnot. La eficacia de los procesos se puede aumentar mediante la evaporación en varias etapas, los intercambiadores de calor internos y el uso de mezclas de medios de trabajo (proceso Kalina).

45

Las fuentes de calor para el calor sensible a baja temperatura pueden ser, por ejemplo, sistemas geotérmicos, sistemas solares o flujos de calor residual de procesos industriales. Cuando se usa calor sensible a baja temperatura, un proceso ERM ideal tiene la forma de un triángulo en el diagrama T-s. Este tipo de proceso se denomina proceso triangular o ciclo triangular o ciclo trilateral [1] en la literatura. Si se puede implementar un proceso triangular, el proceso triangular puede, por ejemplo, generar un 30% más de potencia mecánica a partir del calor disponible en comparación con ORC o CRC, que representan el estado del arte [2, 3]. Sin embargo, ha sido posible implementar un proceso triangular.

50

55

El documento DE102012007210A1 describe un motor térmico con almacenamiento de energía, que representa el estado de la técnica más cercano a la presente invención. Los documentos WO2016/124709A1 y EP2703764A2 también describen motores térmicos con almacenamiento de energía.

Problemas por resolver

60

El objeto de la invención es presentar una estructura y el funcionamiento de una máquina térmica, la máquina térmica permite la implementación extensiva de un proceso triangular. La esencia de la invención es la provisión de medio de transferencia de calor desde uno o más recipientes en operación por lotes. El motor térmico según la invención queda definido por el conjunto de las características de la reivindicación independiente 1 adjunta. La energía térmica para la evaporación se transfiere al evaporador 40 desde un recipiente que se llena con un medio de transferencia de calor (1a o 1b). Esto resuelve los siguientes problemas:

1. El funcionamiento continuo del motor térmico se consigue mediante el uso de dos tanques, los cuales pueden conectarse alternativamente a través de las válvulas 19, 20, 21, 22 a la fuente de calor o al evaporador.

5 2. La condensación dañina de vapor en la máquina de expansión EM, 10 se evita sobrecalentando el fluido de trabajo después de la evaporación.

10 3. El fluido de trabajo es sobrecalentado y precalentado por medio de transferencia de calor de la fuente de calor 21 y no de los recipientes 1a, 1b. De esta manera, el fluido de trabajo se precalienta y siempre se sobrecalienta aproximadamente a la temperatura máxima de la fuente de calor 21.

10 4. El calor aún presente en el fluido de trabajo después de la expansión se elimina del vapor expandido mediante el intercambiador de calor (atemperador) 32 y se devuelve al proceso en un proceso por lotes adicional con los recipientes 50a y 50b y el precalentador 45 con baja disipación.

15 Descripción de la invención

La invención se basa en la realización de procesos discontinuos en el campo de los ciclos termodinámicos. Hay esencialmente dos tipos de procesos de ciclo: bombas de calor y motores térmicos. En el campo de las bombas de calor, los procesos por lotes ya se están implementando con éxito (ver, por ejemplo, el documento EP2470850 A2).
20 La técnica de los procesos por lotes se traslada a los motores térmicos con la presente invención, tal y como se define únicamente en la reivindicación independiente 1 anexa.

Los motores térmicos suelen trabajar con una presión de evaporación constante. La fuente de calor esencialmente proporciona calor sensible a través de un medio de transferencia de calor. El medio de transferencia de calor es, por ejemplo, agua o aceite térmico. Si la fuente de calor son gases de escape o agua termal, primero se debe transferir el calor de la fuente de calor al agua o al aceite térmico (no se muestra). El calor se utiliza en intercambiadores de calor para el precalentamiento, la evaporación y el sobrecalentamiento del fluido de trabajo. En los procesos por lotes, el medio de transferencia de calor se almacena temporalmente en un recipiente 1a. Este recipiente se puede conectar a través de válvulas a la fuente de calor 21 para cargar o al evaporador 40 para descargar. Durante la carga, el fluido de trabajo más caliente fluye desde la fuente de calor 21 hacia la parte superior del recipiente 1a o 1b y el fluido de trabajo más frío sale por la parte inferior del recipiente. Durante la descarga, el medio de transferencia de calor más caliente sale de la parte superior del recipiente 1a y entra en el evaporador 40, y el medio de transferencia de calor que se ha enfriado unos pocos Kelvin sale del evaporador 40 en la parte inferior y a través de una bomba 41 en el fondo del recipiente 1a. De esta manera, el recipiente 1a se enfría sucesivamente, como resultado de lo cual la presión de vapor del fluido de trabajo disminuye gradualmente. El enfriamiento continúa hasta que se alcanza una temperatura mínima del medio de transferencia de calor. El tiempo desde que comienza el enfriamiento del recipiente 1a hasta que se alcanza la temperatura mínima se denomina ciclo.

De acuerdo con el documento EP EP2470850 A2 para bombas de calor, también se utilizan dos recipientes 1a y 1b en el motor térmico, de modo que el motor térmico puede mantenerse en funcionamiento sin interrupción. Los recipientes están contruidos de tal manera que pueden conectarse a la fuente de calor 21 o al evaporador 40 y que el medio de transferencia de calor caliente y frío se mezcle lo menos posible durante este proceso.

Si se completa el enfriamiento de uno de los recipientes 1a o 1b con medio de transferencia de calor frío a través del evaporador 40, el evaporador 40 puede conectarse a la fuente de calor 21 por medio de una válvula 60 en un ciclo intermedio. Como resultado, el medio de transferencia de calor tibio fluye desde la fuente de calor al evaporador 40 y lo calienta, luego fluye a través de las bombas 41 y 17 y las válvulas de retención 27, 18. Por lo tanto, el evaporador se precalienta antes de conectarlo al segundo recipiente calentado. Esto evita que el medio de transferencia de calor caliente del recipiente se mezcle con el medio de transferencia de calor frío del evaporador 40. Las válvulas 19, 20, 21 y 22 están cerradas durante el ciclo intermedio.

En los motores térmicos es importante que el fluido de trabajo en la máquina de expansión 10 no se condense. Para evitar la condensación, el fluido de trabajo generalmente se sobrecalienta después de la evaporación. Además, la fricción en las máquinas de expansión (por ejemplo, la fricción del pistón) y la conversión de la energía de remolino en el fluido de trabajo en calor contrarresta la condensación. En el caso de motores térmicos con proceso por lotes, la temperatura de evaporación del fluido de trabajo cae bruscamente durante el proceso y aumenta el riesgo de que la máquina de expansión 10 se enfríe y de que se condense el fluido de trabajo en la máquina de expansión. Por esta razón, las medidas según la invención contra la condensación en procesos discontinuos son de particular importancia. Por un lado, el medio de transferencia de calor se alimenta directamente desde la fuente de calor al sobrecalentador, consiguiendo así el mayor sobrecalentamiento posible. El medio de transferencia de calor tiene la misma capacidad de flujo (capacidad calorífica específica multiplicada por el flujo másico) que el fluido de trabajo gaseoso. Después del sobrecalentador, el medio de transferencia de calor fluye hacia el precalentador. Aquí, el fluido de trabajo es líquido y, por lo tanto, tiene una mayor capacidad de calor específico y, en consecuencia, una mayor capacidad de flujo, lo que conduce a la disipación en el precalentador. Para reducir la disipación, como se

verá más adelante, el medio de transferencia de calor se bombea desde el intercambiador de calor del atemperador al precalentador.

5 Para evitar la condensación en la máquina de expansión, la máquina de expansión se calienta y aísla en otra forma de realización de la invención.

En muchos procesos continuos implementados, el fluido de trabajo sale del ERM en un estado sobrecalentado. De acuerdo con la técnica anterior, el calor sobrecalentado se puede eliminar del proceso a través de un intercambiador de calor 32, denominado atemperador, y por ejemplo, se puede utilizar para precalentar el fluido de trabajo líquido.
 10 Es fácil explicar mediante un diagrama T-s que el grado de sobrecalentamiento al final de la expansión es proporcional al sobrecalentamiento antes de entrar en la máquina de expansión como una primera aproximación. En el proceso por lotes, el sobrecalentamiento del fluido de trabajo frente a la máquina de expansión es bajo al comienzo del ciclo y alto al final del ciclo. Lo mismo se aplica al sobrecalentamiento después de la relajación. Según la invención, después de la expansión en el proceso por lotes, el calor de sobrecalentamiento es desacoplado por un
 15 intercambiador de calor a la salida de la máquina de expansión y almacenado en otro par de recipientes, denominados recipientes atemperadores. Cada uno de estos dos recipientes se puede conectar intermitentemente al atemperador 32 o al precalentador 45. De esta forma, el sobrecalentamiento se puede utilizar para reducir la desigualdad de los flujos de capacidad en el precalentador.

20 De acuerdo con el aumento de la temperatura del fluido de trabajo a la salida de la máquina de expansión 10, el recipiente del atemperador 50a o 50b conectado respectivamente se llena desde arriba con un medio de transferencia de calor que se calienta de forma constante. Al final de un ciclo, el tanque del atemperador está más caliente en la parte superior y la temperatura disminuye linealmente con la altura del tanque en una primera
 25 aproximación. Cuando se descarga en el precalentador 45, el medio de transferencia de calor tibio se retira de la parte superior del recipiente del sobrecalentador 50a o 50b y se alimenta al precalentador 45 de acuerdo con la temperatura presente en la salida del medio de transferencia de calor del sobrecalentador 9. La caída de temperatura en la salida superior del recipiente de atemperador 50a o 50b corresponde a la temperatura igualmente descendente en la salida del medio de transferencia de calor del sobrecalentador 9 con un caudal másico adecuado de la bomba 15.

30 Si uno de los recipientes 50a o 50b ha sido llenado con medio de transferencia de calor caliente por el atemperador 32, el recipiente puede conectarse al precalentador 45 en un ciclo intermedio por medio de una válvula 61. Como resultado, el medio de transferencia de calor frío fluye desde el precalentador 45 a través de las bombas 59 y 51 y las válvulas de retención 57, 58 al atemperador 32 y lo enfría antes de conectarlo al segundo recipiente frío. Esto
 35 evita que el medio de transferencia de calor caliente del atemperador se mezcle con el medio de transferencia de calor frío del tanque. Las válvulas 53, 54, 55 y 56 están cerradas durante el ciclo intermedio.

Con los motores térmicos según la invención con un proceso por lotes, la implementación de procesos triangulares es posible según la reivindicación 1 y las reivindicaciones dependientes. El aumento de la eficiencia eléctrica del
 40 motor térmico en aproximadamente un 30% a un 50% y el uso de componentes económicos y duraderos, como recipientes, válvulas, válvulas de retención y bombas, prometen una muy buena comerciabilidad de la invención con tiempos de amortización cortos para la inversión adicional.

La Figura 1 muestra la construcción de un motor térmico de la técnica anterior para funcionamiento estacionario.
 45 Desde una fuente de calor 21, el medio de transferencia de calor calentado llega al sobrecalentador 9, de allí al evaporador 40, de allí al precalentador 45 y de allí a través de una bomba 17 de regreso a la fuente de calor 21. En el sobrecalentador 9, el evaporador 40 y precalentador 45, el medio de transferencia de calor cede calor al fluido de trabajo vaporizable. El fluido de trabajo líquido pasa de la bomba de fluido de trabajo 15 al precalentador 45, de allí al evaporador 40 y de allí en estado gaseoso al sobrecalentador 9 y de allí a la máquina de expansión 10, EM en la
 50 que el fluido de trabajo se expande y realiza un trabajo, que es llevado a cabo por el EM 10 a un generador 11, se libera y se convierte en energía eléctrica y se envía a los consumidores eléctricos. El vapor 32 expandido en el EM 10 es conducido a un condensador 12, donde es licuado y recogido en un recipiente colector 13, SB. El fluido de trabajo líquido se entrega desde el tanque colector 13 a la bomba 15 según sea necesario, que cierra el circuito del fluido de trabajo.

55 La Figura 2 muestra la operación por lotes en un motor térmico con un solo recipiente y por lo tanto fuera de la presente invención. El circuito del fluido de trabajo se muestra en esta figura como una línea discontinua para distinguirlo del circuito del medio de transferencia de calor. El intercambiador de calor 40 combina precalentador, evaporador y sobrecalentador. En comparación con la Figura 1, se inserta un recipiente 1a entre la fuente de calor
 60 21 y el intercambiador de calor 40. Dependiendo de la apertura de válvula de las válvulas 19 o 20, el recipiente se puede conectar hidráulicamente a la fuente de calor 21 o al intercambiador de calor 40, de modo que entonces se hace posible un intercambio de medio de transferencia de calor. Cuando la válvula 19 está abierta, el medio de transferencia de calor caliente de la fuente de calor 21 pasa a través de la válvula 19 en la parte superior al recipiente 1a. El medio de transferencia de calor más frío fluye de regreso desde la conexión inferior del recipiente
 65 1a a través de la bomba 17 a la fuente de calor 21. Con la válvula 20 abierta, el medio de transferencia de calor fluye

desde el intercambiador de calor 40 a través de la bomba 41 a la conexión inferior del recipiente 1a. Desde la conexión superior del recipiente 1a, el medio de transferencia de calor fluye de regreso al intercambiador de calor 40 a través de la válvula 20. Un dispositivo de control 44 detecta el nivel de llenado del fluido de trabajo líquido en el intercambiador de calor 40 (líneas discontinuas) y utiliza la desviación del punto de ajuste del nivel de llenado para controlar el flujo másico del fluido de trabajo en la bomba 15, por ejemplo. Con esta estructura, la temperatura del fluido de trabajo en la entrada de la máquina de expansión 10 puede caer bruscamente, lo que puede conducir a la EM 10 enfriándose y el fluido de trabajo en el EM 10 condensándose.

La Figura 3 muestra una estructura para implementar la operación por lotes con un precalentador 45 y un sobrecalentador 9 separados. Similar a la Figura 2, la Figura 3 también muestra un motor térmico con un solo recipiente y, por lo tanto, está fuera del alcance de la presente invención. Un flujo parcial 33 del medio de transferencia de calor caliente se conduce desde la fuente de calor 21 al sobrecalentador 9, desde allí al precalentador 45 y a través de una bomba 46 de regreso a la fuente de calor 21. El fluido de trabajo se bombea desde la bomba 15 como en el estado de la técnica a través del precalentador 45, pasaba el evaporador 40 y el sobrecalentador 9 a la máquina de expansión EM 10. El fluido de trabajo se calienta a altas temperaturas antes de entrar en el EM 10, lo que evita de forma fiable que el EM 10 se enfríe y se forme condensación en el EM 10.

La Figura 4 muestra el funcionamiento por lotes de un motor térmico con un par de recipientes 1a y 1b. Además de la Figura 3, se han añadido un segundo recipiente 1b, dos válvulas 21 y 22 y dos válvulas de retención 18 y 27. Las válvulas 21 y 22 permiten acoplar hidráulicamente el recipiente 1b a la fuente de calor 21 o al evaporador 40 de forma análoga a la estructura del recipiente 1a. Mientras que el tanque 1a está conectado a la fuente de calor 21, por ejemplo, el tanque 1b está conectado al evaporador 40. Es decir, las válvulas 19 y 22 están abiertas, las válvulas 20 y 21 están cerradas. Una vez que el recipiente 1a se ha llenado con un medio de transferencia de calor tibio y el recipiente 1b ha cedido su calor al evaporador, las válvulas se conmutan de tal manera que el recipiente 1a se acopla al evaporador 40 y el 1b a la fuente de calor 21. Es decir, las válvulas 20 y 21 están abiertas, las válvulas 19 y 22 están cerradas. Las válvulas de retención 18 y 27 evitan que los flujos se mezclen. La desventaja de esta estructura es que no se utiliza el sobrecalentamiento que todavía está presente en el fluido de trabajo después de la expansión en la máquina de expansión EM 10.

La Figura 5 muestra la operación por lotes con un segundo par de recipientes 50a y 50b, que absorben el sobrecalentamiento después de la expansión del fluido de trabajo en la máquina de expansión 10 y lo entregan al precalentador 45. Los recipientes 50a y 50b con las válvulas 53, 54, 55 y 56 están acoplados al atemperador 32 y al precalentador 45 de manera análoga a los recipientes 1a y 1b, pero aquí alternativamente. La bomba 51 proporciona el caudal másico necesario a través del atemperador, la bomba 59 proporciona el caudal másico necesario a través del precalentador 45 y las válvulas de retención 57 y 58 aseguran que los circuitos a través del atemperador 32 y a través del precalentador 45 estén separados con un diseño adecuado de los recipientes y los flujos másicos en los intercambiadores de calor precalentador, evaporador, sobrecalentador y atemperador, hay muy poca disipación. Suponiendo una máquina de expansión ideal, casi toda la exergía contenida en la fuente de calor 21 se puede convertir en energía mecánica con la estructura. El proceso del triángulo se puede lograr en gran medida.

La Figura 6 muestra una optimización de la operación por lotes con las válvulas de lavado 60 y 61. Si, por ejemplo, el recipiente 1a ha cedido su calor al evaporador 40, el evaporador se ha enfriado. Si el segundo recipiente 1b calentado ahora está conectado directamente con el evaporador 40, el medio de transferencia de calor frío en el evaporador 40 se mezcla con el caliente del recipiente 1b, lo que es desventajoso para el proceso. Para evitar la mezcla, el evaporador frío 40 se conecta primero a la fuente de calor a través de la válvula 60 y se calienta. Las válvulas 19 a 22 están cerradas. Cuando se calienta el evaporador 40, la válvula 60 se cierra y las válvulas 19 y 22 se abren. Cada vez que el recipiente 1a o 1b se enfría, se ajusta una fase de enjuague a través de la válvula 60. El mismo proceso se aplica a la válvula de lavado 61. Aquí, cada fase de calentamiento del atemperador 32 es seguida por una fase de enfriamiento a través de la válvula 61, de modo que el calor sobrecalentado del fluido de trabajo puede comenzar a ingresar nuevamente al atemperador 32 en el nuevo ciclo.

REIVINDICACIONES

1. Motor térmico con una fuente de calor (21), una máquina de expansión (10), un condensador (12), un recipiente de recogida de condensados (13), una bomba de fluido de trabajo (15), un evaporador (40), un primer recipiente (1a) para medio de transferencia de calor, un segundo recipiente (1b) para medio de transferencia de calor, una primera bomba para medio de transferencia de calor (17), una segunda bomba (41) para medio de transferencia de calor, una primera válvula (19), una segunda válvula (20), una tercera válvula (21) y una cuarta válvula (22), en donde el motor térmico está dispuesto de tal manera que, durante el funcionamiento del motor térmico, el primer recipiente (1a), en un primer modo de funcionamiento del motor térmico, está conectado hidráulicamente a través de la primera válvula (19) y la primera bomba (17) a la fuente de calor (21) y, en un segundo modo de funcionamiento del motor térmico, está conectado al evaporador (40) a través de la segunda válvula (20) y la segunda bomba (41), en donde, en el primer modo de funcionamiento del motor térmico, al conectar un primer recipiente (1a) a la fuente de calor (21), el medio de transferencia de calor más caliente de la fuente de calor (21) se llena en la parte superior del primer recipiente (1a) y el medio de transferencia de calor más frío se retira del área inferior del primer recipiente (1a) y se devuelve a la fuente de calor (21) y, en el segundo modo de funcionamiento del motor térmico, cuando el primer recipiente (1a) se conecta al evaporador (40), se toma un medio de transferencia de calor más caliente desde la zona superior del primer recipiente (1a), se conduce al evaporador (40) y desde el evaporador (40) se bombea a la zona inferior del primer recipiente (1a) por medio de la segunda bomba (41), en donde el segundo recipiente (1b), en el segundo modo de funcionamiento del motor térmico, se conecta hidráulicamente a través de la tercera válvula (21) y la primera bomba (17) a la fuente de calor (21) y, en el primer modo de operación del motor térmico, se conecta a través de la cuarta válvula (22) y la segunda bomba (41) al evaporador (40), en donde, en el segundo modo de operación del motor térmico, cuando el segundo recipiente (1b) está conectado a la fuente de calor (21), el medio de transferencia de calor más caliente de la fuente de calor (21) se llena en la parte superior del segundo recipiente (1b) y el medio de transferencia de calor más frío se retira de la zona inferior del segundo recipiente (1b) y se lleva a la fuente de calor (21) y, en el primer modo de funcionamiento del motor térmico, cuando el segundo recipiente (1b) se conecta al evaporador (40), el medio de transferencia de calor más caliente se retira del área superior del segundo recipiente (1b), se lleva al evaporador (40) y es bombeado por el evaporador (40) por medio de la segunda bomba (41) a la región inferior del segundo recipiente (1b), estando dispuesto el motor térmico de tal forma que uno del primer y segundo recipiente (1a, 1b) está conectado a la fuente de calor (21) y el otro del primer y segundo recipiente (1b, 1a) está conectado al evaporador (40), de manera que la energía de evaporación se transfiera desde uno o desde el otro de los recipientes primero y segundo al evaporador (40) y la máquina de expansión (10) reciba continuamente vapor durante el funcionamiento del motor térmico y la conexión del recipiente a la fuente de calor (21) y el evaporador (40), durante el funcionamiento del motor térmico, después de algún tiempo se pueda intercambiar por medio de las válvulas (19, 20, 21, 22).
2. Motor térmico de acuerdo con la reivindicación 1, con un precalentador (45), un sobrecalentador (9) y otra bomba (46) para el medio de transferencia de calor, en donde el fluido de trabajo es precalentado por el precalentador (45) durante la operación del motor térmico, luego fluye al evaporador (40), luego al sobrecalentador (9) y luego a la máquina de expansión (10) y el medio de transferencia de calor fluye por medio de la bomba adicional (46) para el medio de transferencia de calor directamente desde el fuente de calor (21) en el sobrecalentador (9) y luego en el precalentador (45) y luego por medio de la bomba (46) se bombea de vuelta a la fuente de calor (21).
3. Motor térmico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, con un atemperador (32), un segundo par de recipientes (50a, 50b) para medio de transferencia de calor, válvulas (53, 54, 55, 56), dos bombas (51, 59) para medio de transferencia de calor, en donde los dos recipientes (50a, 50b) con válvulas pueden conectarse al atemperador (32) o al precalentador (45), en donde un primer recipiente (50a, 50b) está conectado alternativamente al precalentador (45) y un segundo recipiente (50b, 50a) está conectado alternativamente al atemperador (32), en donde durante el funcionamiento de la máquina de calor el atemperador (32) es atravesado por el fluido de trabajo del motor de expansión (10) y el calor residual del fluido de trabajo en el atemperador (32) es liberado al medio de transferencia de calor, el medio de transferencia de calor se bombea entonces hacia la parte superior del primer recipiente y desde la parte inferior del primer recipiente mediante la bomba de vuelta al atemperador (32), mientras que el medio de transferencia de calor se bombea desde el precalentador (45) mediante la segunda bomba hacia la parte inferior del segundo recipiente y desde la parte superior del segundo recipiente de vuelta al precalentador (45), y en donde mediante las válvulas se puede intercambiar la conexión hidráulica del primer y segundo recipientes con el atemperador (32) y el precalentador (45).
4. Motor térmico de acuerdo con la reivindicación 1 a 3, con una válvula (60) entre la fuente de calor (21) y el evaporador (40), en donde la válvula (60) permite calentar el evaporador (40) con medio de transferencia de calor directamente de la fuente de calor (21), en donde, durante el funcionamiento del motor térmico, el calentamiento tiene lugar después de

ES 2 905 544 T3

que el medio de transferencia de calor de uno de los dos recipientes (1a, 1b) que estaba conectado al evaporador (40) haya terminado de enfriarse.

- 5 5. Motor térmico de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4, con una válvula (61) entre el atemperador (32) y el precalentador (45), en donde la válvula permite enfriar el atemperador (32) con medio de transferencia de calor directamente desde el precalentador (45), en donde, durante el funcionamiento del motor térmico, el enfriamiento tiene lugar después de que se haya completado el calentamiento del medio de transferencia de calor de uno de los dos recipientes que estaba conectado al precalentador (45).
- 10 6. Motor térmico de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 5, en donde la máquina de expansión (10) está calefaccionada y aislada.
- 15 7. Motor térmico de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 6, en donde el primer y segundo recipiente (1a, 1b) están ahusados en la parte superior e inferior, permitiendo el ahusamiento una entrada turbulenta de medio de transferencia de calor en el recipiente.

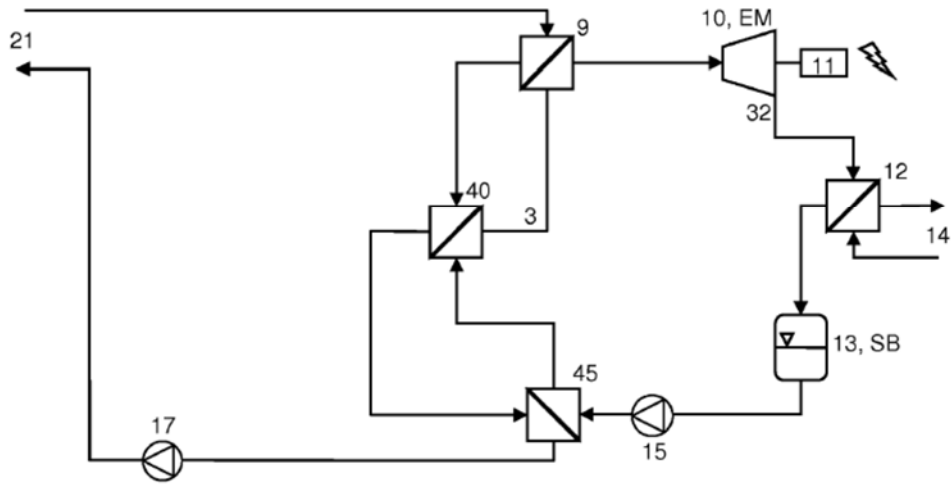


Figura 1: Motor térmico, modo de funcionamiento estacionario, estado de la técnica

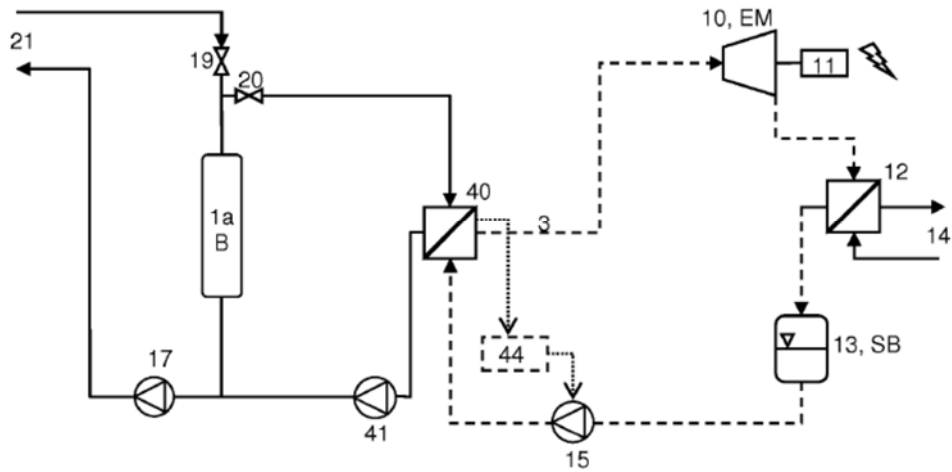


Figura 2: Modo de funcionamiento discontinuo en un motor térmico con un recipiente

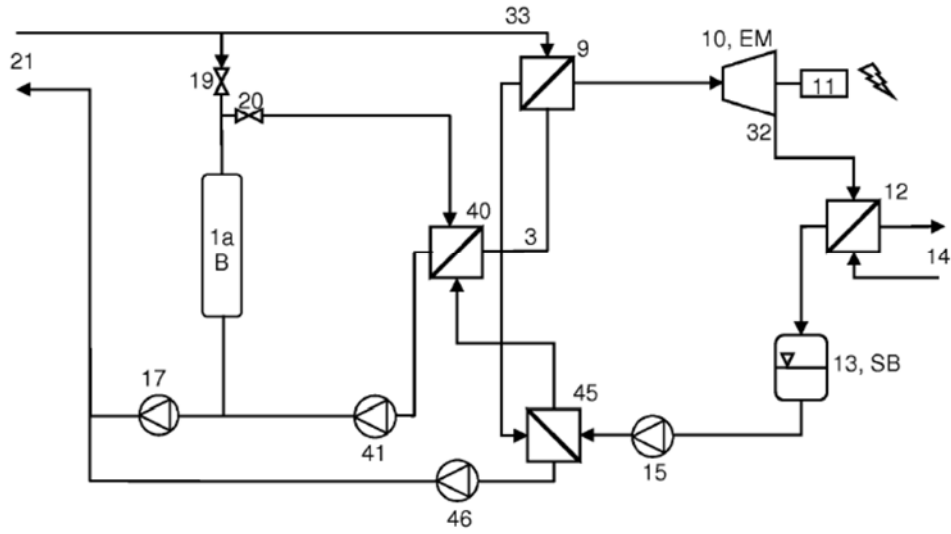


Figura 3: Modo de funcionamiento discontinuo en un motor térmico con precalentador y sobrecalentador

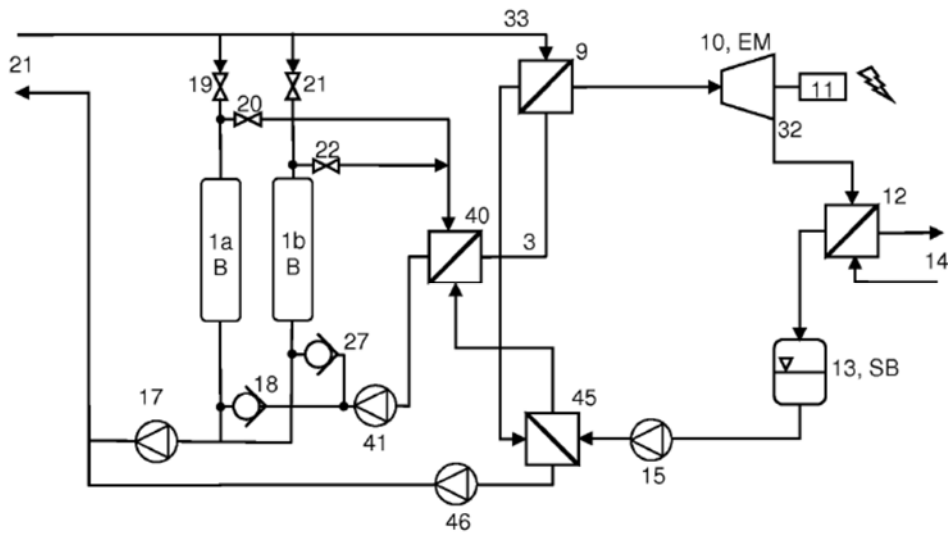


Figura 4: Modo de funcionamiento discontinuo en un motor térmico con par de recipientes, precalentador y sobrecalentador

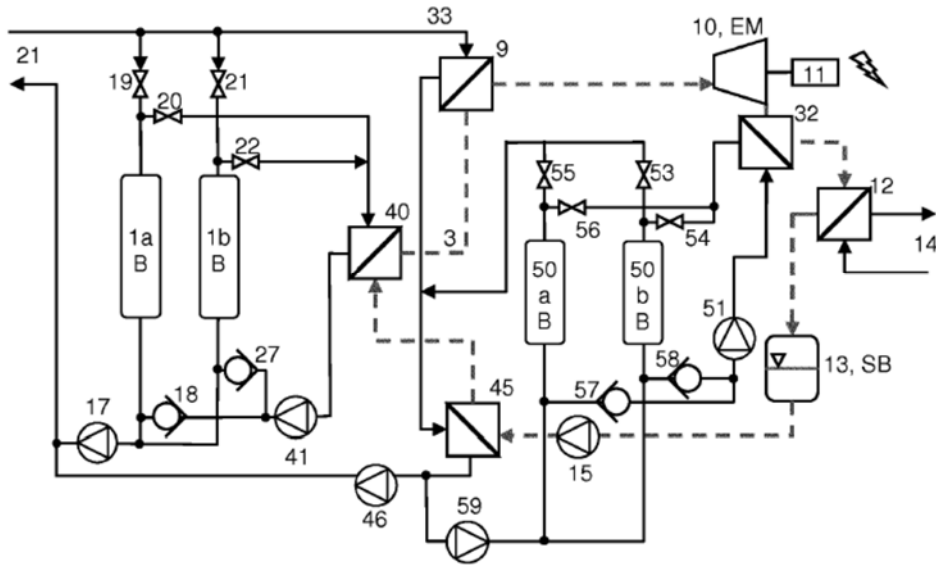


Figura 5: Modo de funcionamiento discontinuo en motores térmicos con par de recipientes, precalentador y sobrecalentador, y par de recipientes de sobrecalentadores

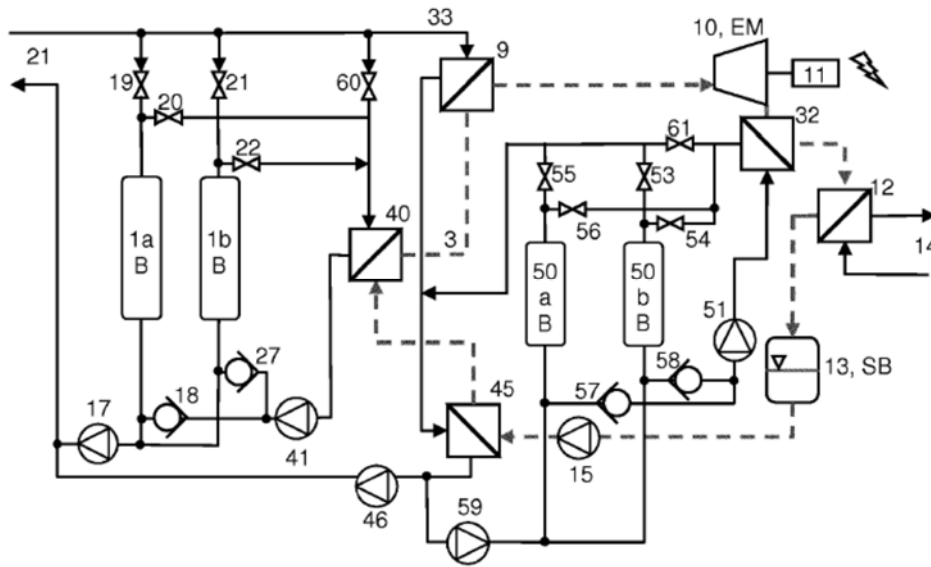


Figura 6: Modo de funcionamiento discontinuo en motores térmicos con válvulas de lavado 60 y 61