

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 118**

51 Int. Cl.:

**F01K 3/12** (2006.01)  
**F01K 13/00** (2006.01)  
**F25B 30/02** (2006.01)  
**F28D 20/00** (2006.01)  
**F25B 6/04** (2006.01)  
**F25B 11/02** (2006.01)  
**F25B 25/00** (2006.01)  
**F25B 40/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2014** **E 14167063 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018** **EP 2942492**

54 Título: **Sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.11.2018**

73 Titular/es:  
**GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH  
(100.0%)  
Brown Boveri Strasse 7  
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:  
**MALPIECE, DAMIEN;  
MONTRESOR, PAOLO;  
AGA, VIPLUV KAMALESH y  
NIKULSHYNA, VIKTORIA**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 692 118 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

Sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica

### Campo técnico

5 La presente divulgación versa, en general, sobre sistemas de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica con almacenamiento térmico y, más en particular, sobre un sistema de almacenamiento de energía eléctrica con ciclos de carga de bomba térmica que usa fluidos térmicos para almacenar energía.

### Información sobre antecedentes

10 Las energías renovables (eólica, solar) son fuentes intermitentes de generación de energía y, por lo tanto, estos sistemas requieren sistemas de almacenamiento y de recuperación de energía rentables para igualar la demanda con la generación.

15 Un procedimiento para convertir energía eléctrica a energía térmica usa el concepto de una bomba térmica que normalmente implica el uso de un ciclo de compresión reversible de vapor o de fluido supercrítico. Una característica de un ciclo de bomba térmica es poder absorber calor procedente de la fuente de calor de baja T y devolverlo a una temperatura elevada para el disipador de calor. Hacer esto requiere una fuente externa de energía tal como electricidad. La ventaja del sistema es que la mayoría de la energía procede del entorno externo permitiendo, de ese modo, que tales sistemas logren tasas de transferencia térmica tres o cuatro veces mayores que la energía eléctrica consumida.

20 Un ciclo de bomba térmica normalmente incluye cuatro componentes principales, un condensador, una válvula de expansión, un evaporador, y un compresor. Aunque las bombas térmicas normalmente usan un fluido refrigerante de trabajo para absorber calor vaporizándose, en un evaporador y, entonces, liberan el calor tras la compresión en un condensador, la bomba térmica puede ser operada con un fluido de trabajo completa o parcialmente en un estado supercrítico.

25 Tales ciclos de bomba térmica pueden ser usados para almacenar la electricidad usada para operar el compresor como energía térmica. Por ejemplo, el documento EP 2602443 describe un sistema de almacenamiento de energía que usa dos sistemas de almacenamiento de energía térmica para almacenar energía térmica extraída del fluido de trabajo de un ciclo de bomba térmica en la fase de alta presión del ciclo de bomba térmica entre las fases de compresión y de expansión. En esta disposición, la primera disposición de almacenamiento de energía térmica tiene una temperatura operativa superior y una temperatura operativa menor, mientras que la segunda disposición de almacenamiento de energía térmica tiene una temperatura operativa superior y una temperatura operativa menor, siendo la temperatura operativa menor más pequeña o igual que la temperatura operativa menor de la primera disposición de almacenamiento de energía térmica. La primera disposición de almacenamiento de energía térmica puede usar sal fundida como medio de almacenamiento de energía térmica mientras que la segunda disposición de almacenamiento de energía térmica puede usar agua a presión como medio de almacenamiento de energía térmica.

35 El documento WO2010/006942A2 divulga un sistema de almacenamiento de energía termoeléctrica que comprende un ciclo de carga de bomba térmica y un ciclo de descarga de vapor, en el que los ciclos están unidos por medio de una serie de depósitos de almacenamiento de energía de fluido térmico que están configurados como medios intermedios de almacenamiento de energía para los ciclos de carga y de descarga.

40 El documento WO2013/135718 A1 expone una central de almacenamiento de energía con un medio de almacenamiento temporal de energía térmica que comprende al menos dos almacenes térmicos para almacenar el contenido de energía de agua en un circuito de agua. Cada uno de los almacenes comprende al menos un dispositivo de conversión que permite que se convierta energía eléctrica directa o indirectamente en energía térmica. Se proporciona un almacén térmico para almacenar calor sensible mientras que se proporciona el otro almacén térmico para almacenar calor latente.

### Sumario

45 Se divulga un sistema de almacenamiento y de descarga de energía alterna que puede proporcionar almacenamiento térmico eficaz y flexible y una fase de descarga para la generación de electricidad.

Las realizaciones del sistema abordan este problema mediante el contenido de la reivindicación independiente mientras que en las reivindicaciones dependientes se proporcionan realizaciones ventajosas.

50 La divulgación está basada en la idea general de integrar el calor generado durante un ciclo de carga hacia un recorrido de precalentamiento, de forma que minimice la diferencia de temperatura y maximice la recuperación de calor en un ciclo de descarga usando almacenes de temperatura alta y baja que están integrados en un ciclo de descarga de vapor de agua.

5 El uso de sistemas de almacenamiento de temperatura mayor y menor maximiza el intervalo de temperatura y, por lo tanto, se puede extraer la energía térmica del ciclo de bomba térmica. Aunque la adaptación de los dos sistemas de almacenamiento a un ciclo de vapor de agua permite que el agua sea calentada de antemano eficazmente mediante el sistema de temperatura menor, reduciendo, de ese modo, los requisitos de extracción de vapor y maximizando, de ese modo, la eficacia Rankine del ciclo de vapor de agua.

10 Un sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica para almacenar energía como energía térmica según la invención según se define por la reivindicación 1 adjunta independiente entre otros comprende un ciclo de bomba térmica, que tiene un fluido de trabajo y lados de presión alta y baja. El ciclo de bomba térmica comprende, además, un primer sistema de almacenamiento térmico con un primer fluido de trabajo, y un segundo sistema de almacenamiento térmico con un segundo fluido térmico.

El ciclo de bomba térmica tiene un primer enfriador, en el lado de alta presión, para enfriar el fluido de trabajo y un segundo enfriador, en el lado de alta presión corriente abajo del primer enfriador, para el enfriamiento secuencial del fluido de trabajo.

15 El primer sistema de almacenamiento térmico tiene un primer fluido térmico y comprende un primer depósito de almacenamiento en frío y un primer depósito de almacenamiento en caliente que está conectado de manera fluidica con el primer depósito de almacenamiento en frío mediante un primer conducto de fluido que pasa a través del primer enfriador, de forma que permita el calentamiento del primer fluido térmico mediante el fluido de trabajo. El segundo sistema de almacenamiento térmico tiene un segundo fluido térmico y comprende un segundo depósito de almacenamiento en frío y un depósito más frío de almacenamiento en caliente conectado de manera fluidica con el  
20 segundo fluido térmico mediante el fluido de trabajo. El ciclo de vapor de agua tiene una turbina de vapor para expandir el vapor, un condensador, un primer calentador de agua corriente abajo del condensador y una caldera para convertir agua del ciclo en vapor sobrecalentado, y una caldera de vapor. Un segundo conducto de fluido pasa a través de la caldera y, además, conecta de manera fluidica el primer depósito de almacenamiento en caliente con el primer depósito de almacenamiento frío, aunque un cuarto conducto de fluido atraviesa el primer calentador de  
25 agua y, además, conecta de manera fluidica el segundo depósito de almacenamiento en caliente con el segundo depósito de almacenamiento en frío.

Además, un calentador está ubicado en el lado de baja presión, de forma que el tercer conducto de fluido pasa a través del calentador.

30 En un aspecto adicional, la turbina de vapor es una turbina de vapor de múltiples etapas con un conducto de extracción configurado y dispuesto para extraer vapor de la turbina de vapor procedente de una etapa intermedia, en la que el conducto de extracción está conectado con un segundo calentador de agua ubicado en el ciclo de vapor de agua corriente abajo del primer calentador de agua, de forma que permita el calentamiento adicional del agua en el ciclo de vapor de agua con el vapor de extracción.

35 En un aspecto, el ciclo de bomba térmica es uno de una selección de un ciclo transcrito de bomba térmica y un ciclo supercrítico de bomba térmica en el que el fluido de trabajo se encuentra en un estado supercrítico en todo el ciclo.

En un aspecto, el primer fluido térmico es sal fundida.

En un aspecto, el segundo fluido térmico es agua y en un aspecto adicional agua a presión.

40 En aspectos adicionales, el segundo fluido térmico es aceite y en otros aspectos adicionales es aceite sintético o aceite mineral.

45 En un aspecto adicional, el sistema comprende un compresor y un recuperador, en el que el recuperador está ubicado en el lado de alta presión del ciclo de bomba térmica entre el primer enfriador y un segundo enfriador y en el lado de baja presión del ciclo de bomba térmica entre el compresor y el calentador, y en el que el compresor se encuentra corriente arriba del primer enfriador. En un aspecto adicional, el sistema comprende un expansor entre el segundo enfriador y el calentador.

Es un objeto adicional de la invención superar o al menos paliar las desventajas y los defectos de la técnica anterior o proporcionar una alternativa útil.

50 Otros aspectos y ventajas de la presente divulgación serán evidentes a partir de la siguiente descripción, tomada en conexión con los dibujos adjuntos que, a título de ejemplo, ilustran realizaciones ejemplares de la presente invención.

### **Breve descripción de los dibujos**

A título de ejemplo, en lo que sigue se describe una realización de la presente divulgación más completamente con referencia al dibujo adjunto, en el cual: la Figura 1 es un esquema de un sistema de almacenamiento de energía

eléctrica según una realización preferente de la divulgación que incorpora un ciclo de bomba térmica y un ciclo de vapor de agua y el uso de sistemas de almacenamiento térmico a temperaturas más elevadas y más bajas.

### **Descripción detallada**

5 Ahora, se describen las realizaciones ejemplares de la presente divulgación con referencia al dibujo, en el que se usa números de referencia similares para referirse a elementos similares de principio a fin. En la siguiente descripción, con fines explicativos, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar un entendimiento riguroso de la divulgación. Sin embargo, la presente divulgación puede ser puesta en práctica sin estos detalles específicos, y no está limitada a la realización ejemplar divulgada en la presente memoria.

10 En cambio, la invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. Una realización ejemplar mostrada en la Fig. 1 comprende, en su forma más simple, un ciclo 10 de bomba térmica, un ciclo 20 de vapor de agua y un sistema 30 de almacenamiento térmico más caliente y un sistema 40 de almacenamiento térmico más frío que interconecta el ciclo 10 de bomba térmica y el ciclo 20 de vapor de agua respectivamente. En esta disposición, el ciclo 10 de bomba térmica actúa como un sistema de carga para convertir energía eléctrica usada para accionar el compresor 18 del ciclo 10 de bomba térmica en energía térmica que es almacenada en el sistema 30 de almacenamiento térmico más caliente y el sistema 40 de almacenamiento térmico más frío, siendo el ciclo 20 de vapor de agua un sistema de descarga para convertir el almacenamiento de energía térmica en el sistema 30 de almacenamiento térmico más caliente y el sistema 40 de almacenamiento térmico más frío en electricidad usando la turbina 21 de vapor para accionar un generador.

20 El ciclo 10 de bomba térmica puede comprender cualquier ciclo conocido 10 de bomba térmica incluyendo ciclos configurados como ciclos subcríticos, transcíticos y supercríticos. En una realización ejemplar mostrado en la Fig. 1, el ciclo 10 de bomba térmica incluye un compresor 18 para comprimir un fluido de trabajo, condensadores/enfriadores primero 12 y segundo 14 dispuestos en serie corriente abajo del compresor 18, un expansor 15 corriente debajo de los condensadores/enfriadores 12, 14, y un evaporador/calentador 16 ubicado fluidicamente entre el expansor 15 y el compresor 18 en el lado de baja presión del ciclo 10 de bomba térmica.

25 En una realización ejemplar mostrada en la Fig. 1, un recuperador 13 está ubicado fluidicamente en el lado de alta presión del ciclo 10 de bomba térmica entre los condensadores/enfriadores primero 12 y segundo 14 y en el lado de baja presión del ciclo 10 de bomba térmica entre el compresor 18 y el evaporador/calentador 16. En esta ubicación el recuperador 13 transfiere energía térmica desde el fluido de trabajo de alta presión hasta el fluido de trabajo de baja presión.

30 En una realización ejemplar mostrada en la Fig. 1, el ciclo 20 de vapor de agua comprende secuencialmente una turbina 21 de vapor, un condensador 22 para condensar vapor que escapa de la turbina 21 de vapor, una bomba 23 de condensado para presurizar agua condensada, un primer calentador 26 de agua para calentar el condensado usando energía térmica almacenada y una primera caldera 29 para generar vapor en el ciclo que ha de ser devuelto a la turbina 21 de vapor.

35 En una realización ejemplar mostrada en la Fig. 1, la turbina 21 de vapor es una turbina 21 de vapor de múltiples etapas y el circuito de vapor de agua incluye un segundo calentador 28 de agua para calentar el condensado con vapor extraído por medio de un conducto 24 de vapor de extracción. Una segunda caldera adicional 27 está ubicada corriente abajo del segundo calentador 28 de agua, preferentemente paralela fluidicamente a la primera caldera 29. Tanto el segundo calentador 28 de agua como la segunda caldera pueden ser usados para proporcionar la entrada suplementaria de energía en el ciclo 20 de vapor de agua o si no operar el ciclo 20 de vapor de agua en ausencia de entrada de calor de cualquiera del sistema 30 de almacenamiento térmico más caliente y el sistema 40 de almacenamiento térmico más frío o de ambos.

45 En una realización ejemplar mostrada en la Fig. 1, el sistema 30 de almacenamiento térmico más caliente comprende un depósito 32 de almacenamiento en frío más caliente y un depósito 36 de almacenamiento en caliente más caliente que están conectados fluidicamente mediante un primer conducto 34 de fluido que pasa a través del primer enfriador 12. Un segundo conducto 38 de fluido conecta el depósito 36 de almacenamiento en caliente más caliente con el depósito 32 de almacenamiento frío más caliente mediante la primera caldera 29 de vapor. De esta manera, la energía térmica del depósito 36 de almacenamiento en caliente más caliente puede ser usado como una fuente de energía en el ciclo 20 de vapor de agua. Aunque en una realización ejemplar el depósito 36 de almacenamiento en caliente más caliente puede estar configurado para solamente contener fluido térmico, en otra realización ejemplar, el depósito 36 de almacenamiento en caliente más caliente incluye adicionalmente medios de retención de calor tales como metal de absorción de calor, rocas u otros minerales que permiten la retención de calor a largo plazo.

55 En una realización ejemplar mostrada en la Fig. 1, el sistema 40 de almacenamiento térmico más frío comprende un depósito 42 de almacenamiento en frío más frío y un depósito 46 de almacenamiento en caliente más frío conectado fluidicamente mediante un tercer conducto 44 de fluido que pasa a través del segundo enfriador 14. Un cuarto conducto 48 de fluido conecta, además, el depósito 46 de almacenamiento en caliente más frío con el depósito 42 de almacenamiento en frío más frío por medio del primer calentador 26 de agua del ciclo 20 de vapor de agua. De

esta manera, la energía térmica del depósito 46 de almacenamiento en caliente más frío puede ser usada como una fuente de energía en el ciclo 20 de vapor de agua. Aunque, en una realización ejemplar, el depósito 46 de almacenamiento en caliente más frío puede ser configurado para solamente contener fluido térmico, en otra realización ejemplar, el depósito 46 de almacenamiento en caliente más frío incluye adicionalmente medios de retención de calor tales como como metal de absorción de calor, rocas u otros minerales que permiten la retención de calor a largo plazo.

Un procedimiento ejemplar de un ciclo de carga que usa un fluido transcrito de trabajo implica las siguientes etapas. En primer lugar, un compresor 18 comprime un fluido de trabajo de un ciclo 10 de bomba térmica hasta un estado supercrítico para alcanzar la mayor temperatura permitida por el primer medio de almacenamiento que es recuperado por un primer enfriador 12 ubicado corriente abajo del compresor 18. En una siguiente etapa de recuperación, se usa el fluido de trabajo de alta presión enfriado para precalentar el fluido de trabajo de baja presión en un recuperador 13, de forma que limite la presión de salida del compresor 18. Después, el calor de bajo poder calorífico del fluido de trabajo de alta presión es recuperado en un segundo enfriador 14 conectado fluidicamente con un sistema 40 de almacenamiento térmico más frío. Normalmente, en esta etapa, se somete el fluido de trabajo a un cambio transcrito en estado de un estado supercrítico hasta una etapa subcrítica. Una vez que el fluido de trabajo es enfriado adicionalmente, es expandido en un expansor 15 que regula la presión del fluido de trabajo hasta una presión baja. Entonces, el fluido de trabajo es evaporado/precalentado y calentado antes de ser devuelto al compresor 18. Esta etapa de calentamiento y de evaporación puede ser lograda usando calor del entorno o si no calor del sistema 40 de almacenamiento térmico más frío en una disposición en la que se pasa primero el fluido térmico más frío desde el depósito 42 de almacenamiento en frío más frío a través del evaporador/calentador 16 por medio del tercer conducto 44 de fluido antes de pasar a través del segundo enfriador 14 y hasta el depósito 46 de almacenamiento en caliente más frío.

Un procedimiento operativo ejemplar para un ciclo de descarga implica las siguientes etapas. Se usa fluido térmico más frío procedente del depósito 46 de almacenamiento en caliente más frío para calentar agua en un primer calentador 26 de agua del ciclo 20 de vapor de agua antes de que sea devuelto al depósito 42 de almacenamiento en frío más frío por medio del cuarto conducto 48 de fluido. El fluido térmico más frío es almacenado, entonces, en el depósito 42 de almacenamiento en frío más frío para la fase de carga. Para proporcionar una entrada adicional de calor al ciclo 20 de vapor de agua, tras el calentamiento del agua en el primer calentador 26 de agua, se puede usar el vapor de extracción del conducto 25 de extracción para calentar adicionalmente el agua en un segundo calentador corriente abajo 28 de agua. Esto permite el calentamiento de antemano adicional de agua antes de que entre en una primera caldera 29, cuya fuente de energía es un sistema 30 de almacenamiento térmico más caliente o, si no, una segunda caldera 27 que tenga una fuente externa de energía. Cuando se usa la primera caldera 29, la fuente de energía del sistema 30 de almacenamiento térmico más caliente es fluido térmico de un depósito 36 de almacenamiento en caliente más caliente que es devuelto a un depósito 32 de almacenamiento más frío más caliente. El vapor calentado ahora a alta presión y en un estado supercrítico es expandido en una turbina 21 de vapor hasta que se alcance una presión de saturación por encima de la temperatura de condensación. Entonces, el vapor que sale de la turbina 21 de vapor es condensado en un condensador 22 y, entonces, presurizado en la bomba 23 de condensado.

Aunque los fluidos térmicos y el fluido de trabajo de la bomba térmica pueden ser adaptados para satisfacer los requisitos del sistema, en una realización ejemplar, el fluido térmico más caliente es sal fundida (60% NaNO<sub>3</sub> 40% KNO<sub>3</sub>) operada en un intervalo de temperatura entre 270°C y 565°C y que tiene un punto de congelación de 238°C mientras que el fluido térmico más frío es agua, más preferentemente, agua a presión. Al mismo tiempo el fluido de trabajo es CO<sub>2</sub> seleccionado para el ciclo transcrito de carga debido a las propiedades físicas apropiadas que incluyen no inflamabilidad, no degradación a la mayor temperatura y con el potencial de comprimirse hasta 100 MPa. Como alternativo, el fluido de trabajo puede ser aire.

Aunque la divulgación ha sido mostrada y descrita en la presente memoria en lo que se concibe que es la realización ejemplar más práctica, los expertos en la técnica apreciarán que la presente divulgación puede ser implementada de otras formas específicas. Por lo tanto, se considera que las realizaciones divulgadas en la presente memoria son, en todos los aspectos, ilustrativas y no restrictivas. Se indica el alcance de la divulgación mediante las reivindicaciones adjuntas, no por la descripción precedente, y se pretende que todos los cambios que se encuentren dentro del significado de las mismas estén abarcados en las mismas.

#### **Números de referencia**

- 10 ciclo de bomba térmica
- 12 primer enfriador
- 13 recuperador
- 14 segundo enfriador
- 15 expansor
- 16 calentador/evaporador
- 18 compresor
- 20 ciclo de vapor de agua

- 21 turbina de vapor
- 22 condensador
- 23 bomba de condensado
- 24 vapor de extracción
- 26 primer calentador de agua
- 27 segunda caldera
- 28 segundo calentador de agua
- 29 primera caldera de vapor
- 30 sistema de almacenamiento térmico más caliente
- 32 depósito de almacenamiento en frío más caliente
- 34 primer conducto de fluido
- 36 depósito de almacenamiento en caliente más caliente
- 38 segundo conducto de fluido
- 40 sistema de almacenamiento térmico más frío
- 42 depósito de almacenamiento en frío más frío
- 44 tercer conducto de fluido
- 46 depósito de almacenamiento en caliente más frío
- 48 cuarto conducto de fluido

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica para almacenar energía eléctrica tal como energía térmica, que comprende:
  - 5 un ciclo (10) de bomba térmica, que tiene un fluido de trabajo, un lado de alta presión y un lado de baja presión, teniendo el ciclo (10) de bomba térmica:
    - un primer enfriador (12), en el lado de alta presión, para enfriar el fluido de trabajo; y
    - un segundo enfriador (14), en el lado de alta presión, corriente abajo del primer enfriador (12), para el enfriamiento secuencial del fluido de trabajo
  - un primer sistema (30) de almacenamiento térmico, con un primer fluido térmico, que comprende:
    - 10 un primer depósito (32) de almacenamiento en frío
    - un primer depósito (36) de almacenamiento en caliente conectado de manera fluidica con el primer depósito (32) de almacenamiento en frío mediante un primer conducto (34) de fluido que pasa a través del primer enfriador (12), de forma que permita el calentamiento del primer fluido térmico mediante el fluido de trabajo; y
    - 15 un segundo sistema (40) de almacenamiento térmico, con un segundo fluido térmico, que comprende:
      - un segundo depósito (42) de almacenamiento en frío;
      - un segundo depósito (46) de almacenamiento en caliente conectado de manera fluidica con el segundo depósito (42) de almacenamiento en frío mediante un tercer conducto (44) de fluido que pasa a través del segundo enfriador (14), de forma que permita el calentamiento del segundo fluido térmico mediante el fluido de trabajo,
      - 20 un ciclo (20) de vapor de agua que tiene:
        - una turbina (21) de vapor para expandir vapor;
        - un primer calentador (26) de agua corriente abajo de la turbina (21) de vapor;
        - una caldera (29) corriente abajo del primer calentador (26) de agua para convertir agua del ciclo en vapor;
        - 25 un segundo conducto (38) de fluido que pasa a través de la caldera (29) de vapor y que además conecta de manera fluidica el primer depósito (36) de almacenamiento en caliente con el primer depósito (32) de almacenamiento en frío; y
        - un cuarto conducto (48) de fluido que pasa a través del primer calentador (26) de agua y que además conecta de manera fluidica el segundo depósito (46) de almacenamiento en caliente con el segundo depósito (42) de almacenamiento en frío, **caracterizado por**
        - 30 un calentador (16), en el lado de baja presión, pasando el tercer conducto (44) de fluido a través del calentador (16).
  - 35 2. El sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica de la reivindicación 1, en el que la turbina (21) de vapor es una turbina (21) de vapor de múltiples etapas con un conducto (24) de extracción configurado y dispuesto para extraer vapor de la turbina (21) de vapor a partir de una etapa intermedia en la que el conducto (24) de extracción está conectado con un segundo calentador (28) de agua ubicado en el ciclo (20) de vapor de agua corriente abajo del primer calentador (26) de agua, de forma que permita el calentamiento adicional de agua en el ciclo (20) de vapor de agua con el vapor de extracción.
  - 40 3. El sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica de la reivindicación 1, en el que el ciclo (10) de bomba térmica es un ciclo (10) de bomba térmica transcrito.
  4. El sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica de la reivindicación 1, en el que el ciclo (10) de bomba térmica es un ciclo (10) de bomba térmica supercrítico en el que el fluido de trabajo se encuentra en un estado supercrítico en todo el ciclo.
  - 45 5. El sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica de la reivindicación 1, en el que el primer fluido térmico es sal fundida.
  6. El sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica de la reivindicación 1, en el que el segundo fluido térmico es agua.
  - 50 7. El sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica de la reivindicación 6, en el que el segundo fluido térmico es agua a presión.

8. El sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica de la reivindicación 1, en el que el segundo fluido térmico es aceite.
9. El sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica de la reivindicación 8, en el que el segundo fluido térmico es un aceite sintético.
- 5 10. El sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica de la reivindicación 8, en el que el segundo fluido térmico es un aceite mineral.
- 10 11. El sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende un compresor (18) y un recuperador (13), en el que el recuperador (13) está ubicado en el lado de alta presión del ciclo (10) de bomba térmica entre el primer enfriador (12) y el segundo enfriador (14) y en el lado de baja presión del ciclo 10 de bomba térmica entre el compresor (18) y el calentador (16), y en el que el compresor se encuentra corriente arriba del primer enfriador (12).
12. El sistema de almacenamiento y de descarga de energía eléctrica de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende un expansor (15) entre el segundo enfriador (14) y el calentador (16).



