

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 455**

51 Int. Cl.:

F01K 3/00 (2006.01)

F01K 3/16 (2006.01)

F28D 20/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2015 PCT/EP2015/055888**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16150455**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2015 E 15741751 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3245388**

54 Título: **Sistema para almacenar energía térmica y procedimiento de funcionamiento de un sistema para almacenar energía térmica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.07.2020

73 Titular/es:
**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:
BARMEIER, TILL ANDREAS

74 Agente/Representante:
LOZANO GANDIA, José

ES 2 773 455 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 para almacenar energía térmica y procedimiento de funcionamiento de un sistema para almacenar energía térmica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo del almacenamiento de energía térmica. En particular, la presente invención se refiere a un sistema para almacenar energía térmica y a un procedimiento para hacer funcionar el sistema.

10

Antecedentes de la técnica

En el sistema eléctrico actual, las fuentes de energía renovables y la integración de las fuentes de energía renovables en las redes de suministro eléctrico se han vuelto más importantes que nunca. Las redes de suministro eléctrico convencionales se diseñaron para la producción de energía central con un suministro eléctrico continuo. El suministro eléctrico continuo se puede garantizar mediante fuentes de energía convencionales tales como carbón, combustible, gas natural o energía nuclear. La producción de energía a partir de fuentes de energía renovables tales como la eólica o la solar es difícil de pronosticar y depende de condiciones meteorológicas tales como la velocidad del viento o la radiación solar. Por tanto, una integración de dichas cantidades fluctuantes de energía renovable en la red de suministro eléctrico desafía la red de suministro eléctrico. Además, la localización de la producción de energía renovable tal como la radiación solar o eólica en tierra o en alta mar no coincide habitualmente con la región de alto consumo de energía.

15

20

En las soluciones actuales, la carga de base en la red de suministro eléctrico se proporciona por la energía convencional, tal como por ejemplo las plantas de energía de combustibles fósiles. Con una cantidad creciente de energía de fuentes de energía renovables, la carga de base necesita volverse más flexible, las fuentes de energía renovables necesitan reducirse o el exceso de energía se vende a bajo precio en el extranjero.

25

Otro enfoque para manejar la producción fluctuante de energía renovable es usar sistemas de almacenamiento de energía para almacenar el exceso de energía. Un ejemplo de un sistema de almacenamiento de energía es el almacenamiento de energía térmica. Por tanto, el almacenamiento de energía térmica juega un papel destacado en una mejora de la estabilidad de las redes de suministro eléctrico. En tiempos con poca o ninguna ocurrencia de radiación eólica o solar o en tiempos con alto consumo de energía, la energía térmica almacenada se extrae del almacenamiento de energía térmica y se usa para producir energía eléctrica. La energía eléctrica producida se alimenta en la red de suministro eléctrico para satisfacer los picos en el consumo de energía o el consumo elevado de energía durante períodos de tiempo más largos.

30

35

Los almacenamientos de energía térmica se pueden llenar de material sólido o a granel, tal como piedras, ladrillos o cerámica. El material sólido o a granel tiene la capacidad de calentarse a una temperatura elevada y almacenar la energía térmica manteniendo la temperatura elevada durante un período de tiempo predeterminado. Se usa un fluido de trabajo para calentar el material sólido o a granel. En un ciclo de carga, al entrar en el almacenamiento de energía térmica, el fluido de trabajo tiene una temperatura que es más alta que la temperatura del material sólido o a granel. Por tanto, la energía del fluido de trabajo se transfiere al almacenamiento de energía térmica. En un ciclo de descarga, el material sólido o a granel tiene una temperatura que es más alta que la temperatura del fluido de trabajo cuando entra en el almacenamiento de energía térmica. Por tanto, la energía térmica se transfiere al fluido de trabajo.

40

45

El documento EP 2 778 406 A1 divulga un sistema de generación y almacenamiento de energía térmica. El sistema comprende una disposición de almacenamiento térmico compartido que comprende un medio de almacenamiento térmico para almacenar energía como calor latente y/o sensible, un sistema de almacenamiento de energía electrotérmica que se puede hacer funcionar para convertir energía en calor para almacenarla en la disposición de almacenamiento térmico compartido en un modo de carga ETES, un almacenamiento de calor térmico solar que se puede hacer funcionar para almacenar energía solar térmica en la disposición de almacenamiento térmico y una unidad de generación de energía térmica configurada para convertir energía térmica almacenada en la disposición de almacenamiento térmico compartido en trabajo mecánico y/o energía eléctrica.

50

55

El documento FR 2 346 647 A1 divulga un sistema de almacenamiento y recuperación de calor que transfiere calor entre la roca permeable porosa de un estrato cautivo y el agua intergranular libre que circula a través de él. Comprende dos pozos o grupos de pozos que son reversibles, uno que termina en un área "caliente" y el otro en un área "fría" del estrato. Un circuito primario incorpora los pozos, el estrato y un circuito, externo al estrato, que conecta los pozos en el área "caliente" con los del área "fría". El agua del estrato se hace circular en una primera dirección, de modo que fluya en el circuito desde el área fría a la caliente, y también en la dirección inversa. Un intercambiador de calor indirecto transfiere calor al circuito primario cuando la circulación está en la primera

60

65

dirección y de este a un circuito de utilización secundario cuando está en la dirección inversa. También se proporcionan medios para la regulación del flujo y de la presión en el circuito primario.

El documento WO 2010/146194 A1 divulga una estación de energía solar térmica con gestión exergética de calor, con el fin de funcionar en condiciones nominales durante largos períodos de tiempo todos los días. La central eléctrica se divide en sectores con diferentes funciones de calentamiento, en las cuales cada sector tiene su propio fluido de calentamiento, pero todos los sectores reciben consecutivamente el mismo fluido de trabajo para el ciclo termodinámico. Cada sector incluye una serie de colectores solares 1, un intercambiador principal 2 en contacto térmico con el fluido de trabajo, un sistema de almacenamiento de calor indirecto y un sistema de almacenamiento de calor directo, así como las bombas, válvulas e instrumentos necesarios para configurar cada sector de acuerdo con tres circuitos diferentes, permitiendo de este modo almacenar energía térmica cuando la radiación solar capturada esté por encima del valor nominal y para que este calor se use para hacer funcionar el ciclo termodinámico en condiciones nominales cuando el valor de la radiación caiga por debajo del valor nominal.

Posteriormente se describe un sistema convencional 300 para almacenar energía térmica con referencia a la Fig. 3. El sistema convencional 300 comprende un circuito de carga cerrado 343 y un circuito de descarga cerrado 341. El circuito de carga cerrado 343 y el circuito de descarga cerrado 341 son dos circuitos separados que comprenden ambos un mismo dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 como un componente particular. El circuito de carga cerrado 343 comprende el dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350, un primer dispositivo de accionamiento de fluido convencional 371, tal como un soplador de carga, y un dispositivo calentador convencional 330, tal como un calentador resistente o un calentador inductivo. El circuito de descarga cerrado 341 comprende el dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350, un dispositivo generador de vapor convencional 310 y un segundo dispositivo de accionamiento de fluido convencional 573, tal como un soplador de descarga. El dispositivo de generación de vapor convencional 310 puede ser una caldera, un intercambiador de calor o un evaporador, que transfiere la energía térmica a un sistema de turbina de vapor convencional 320. El sistema de turbina de vapor convencional 320 produce a continuación energía eléctrica.

Como se puede ver a partir de lo mencionado anteriormente, el dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 está integrado en el circuito de carga cerrado 343 así como en el circuito de descarga cerrado 341. Esto se debe al hecho de que el dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 está provisto de energía térmica o proporciona energía térmica dependiendo de en cuál de los dos circuitos cerrados 341, 343 funciona el dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 en un determinado punto de tiempo.

Además, el dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 comprende una primera abertura convencional 351 y una segunda abertura convencional 353. La primera abertura convencional 351 forma parte del circuito de descarga cerrado 341 y también está conectada con el dispositivo de generación de vapor convencional 310. La segunda abertura convencional 353 forma parte del circuito de carga cerrado 343 y también está conectada con el primer dispositivo de accionamiento de fluido convencional 371.

El circuito de carga cerrado 343 comprende además un primer sistema de tubería o de conducto convencional que interconecta los diferentes componentes del circuito de carga cerrado 343 con el dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350, así como entre sí. El primer dispositivo de accionamiento de fluido convencional 371 acciona el fluido de trabajo de tal manera que primero fluye a través del dispositivo calentador convencional 330 para calentarse. En el circuito cerrado de carga 343, el fluido de trabajo fluye desde el primer dispositivo de accionamiento de fluido convencional 371 hacia el dispositivo calentador convencional 330. Después de fluir a través del dispositivo calentador convencional 330, el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 para transferir la energía térmica proporcionada por el fluido de trabajo al dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350. Una carga del dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 se detiene cuando la temperatura en la segunda abertura convencional 353 del dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 comienza a aumentar.

El circuito cerrado de descarga 341 comprende además otro sistema de tubería o de conducto convencional. El segundo dispositivo de accionamiento de fluido convencional 373 acciona el fluido de trabajo de tal manera que el fluido de trabajo fluye primero a través del dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 para extraer energía térmica para el dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 en una dirección de flujo que es opuesta a la dirección de flujo a través del dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 en el circuito de carga cerrado 343. A continuación, el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo de generación de vapor convencional 310 para transferir la energía térmica extraída a un sistema de turbina de vapor convencional 320. Posteriormente, el fluido de trabajo fluye a través del segundo dispositivo de accionamiento de fluido convencional 373. Una descarga del dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 se detiene cuando la temperatura de la primera abertura convencional 351 del dispositivo de almacenamiento térmico convencional 350 comienza a disminuir.

El sistema de turbina de vapor convencional 320 comprende una primera bomba convencional 321, una segunda bomba convencional 322, un condensador convencional 323, un generador convencional 325 y una turbina de vapor convencional 327. El fluido de turbina de vapor se calienta mediante el dispositivo de generación de vapor

convencional 310 y se acciona por la primera bomba convencional 321 y la segunda bomba convencional 322 a través de la turbina de vapor convencional 327 de modo que el generador convencional 325 genera electricidad a partir del fluido de turbina de vapor que fluye a través de la turbina de vapor convencional 327. La electricidad generada se alimenta a continuación a la red de suministro eléctrico.

5

La eficacia del almacenamiento de energía térmica, así como los costes de inversión, son cruciales para la perspectiva económica de una posible integración de sistemas para almacenar energía térmica y, por tanto, para una posible integración de energías renovables en la red de suministro eléctrico. Además, la confiabilidad del sistema para almacenar energía térmica es un factor clave para los costes de funcionamiento.

10

Es posible que sea necesario proporcionar un sistema robusto y rentable para almacenar energía térmica para responder a una alimentación de energía fluctuante a una red de suministro eléctrico.

Sumario de la invención

15

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un sistema simple, robusto y rentable para almacenar energía térmica.

20

De acuerdo con la invención, este objetivo se resuelve mediante un sistema para almacenar energía térmica y mediante un procedimiento para hacer funcionar un sistema para almacenar energía térmica de acuerdo con las reivindicaciones independientes.

25

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se divulga un sistema para almacenar energía térmica. El sistema para almacenar energía térmica comprende un dispositivo de generación de vapor para calentar un fluido de turbina de vapor de un sistema de turbina de vapor. El dispositivo de generación de vapor se puede alimentar por un fluido de trabajo para calentar el fluido de turbina de vapor. El sistema para almacenar energía térmica comprende además un dispositivo calentador para calentar el fluido de trabajo y un dispositivo de almacenamiento térmico que comprende una primera abertura y una segunda abertura. La primera abertura está conectada con el dispositivo calentador para transferir el fluido de trabajo entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo calentador. La segunda abertura está conectada al dispositivo de generación de vapor para transferir el fluido de trabajo entre el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo de generación de vapor. El dispositivo de generación de vapor está conectado al dispositivo calentador para transferir el fluido de trabajo entre sí. El dispositivo de generación de vapor, el dispositivo calentador y el dispositivo de almacenamiento térmico están conectados en línea, comprendiendo también una derivación como se define en la reivindicación independiente 1.

35

El sistema está dispuesto en un circuito cerrado. Circuito cerrado significa que, durante una operación del sistema, no se intercambia ningún fluido de trabajo entre el sistema y el entorno. Por lo tanto, no se elimina el fluido de trabajo ni se añade el fluido de trabajo.

40

El dispositivo de generación de vapor puede ser un intercambiador de calor. En particular, el sistema de generación de vapor calienta el fluido de turbina de vapor para accionar el sistema de turbina de vapor. En otro modo de realización ejemplar, el dispositivo de generación de vapor puede comprender una caldera o un evaporador. Los intercambiadores de calor son dispositivos para transferir energía térmica de un medio a otro en la dirección de un gradiente de temperatura. Los intercambiadores de calor están diseñados para cambiar la temperatura de un medio, por ejemplo, mediante enfriamiento o calentamiento. En otro modo de realización ejemplar, el dispositivo de generación de vapor comprende un intercambiador de calor indirecto. En los intercambiadores de calor indirectos, el calor se transfiere de un medio a otro sobre paredes sólidas que separan los dos medios usados entre sí. En otro modo de realización ejemplar, el dispositivo de generación de vapor puede comprender también un intercambiador de calor de contraflujo, un intercambiador de calor de flujo paralelo, un intercambiador de calor de doble tubo, un intercambiador de calor de carcasa y tubo, un intercambiador de calor de placa o un intercambiador de calor que consiste en más de una etapa de intercambio de calor para mejorar la eficacia. Las calderas son dispositivos cerrados en los cuales un medio se calienta y hierve, respectivamente. El medio calentado o vaporizado sale de la caldera y se puede usar en el sistema de turbina de vapor. Los evaporadores son dispositivos que se usan para convertir un medio de su forma líquida en su forma gaseosa. El medio evaporado también se puede usar en el sistema de turbina de vapor.

50

60

El fluido de turbina de vapor describe el fluido que acciona el sistema de turbina de vapor. El fluido de turbina de vapor puede ser vapor, vapor de agua o vapor con una fracción de masa alta de agua, respectivamente. En otro modo de realización ejemplar, el vapor de agua puede estar saturado pero también insaturado. Además, puede ser posible añadir suplementos al vapor de agua para influir en las características físicas del vapor de agua, tal como por ejemplo el punto de evaporación o el punto de condensación. El fluido de trabajo puede ser además un líquido orgánico que se puede usar en un Ciclo Orgánico de Rankine (ORC).

65

El sistema de turbina de vapor puede ser un sistema que comprenda una turbina de vapor y otros dispositivos para transformar energía térmica en energía mecánica y electricidad, respectivamente. El modo de realización

- ejemplar descrito posteriormente del sistema de turbina de vapor es solo ejemplar y no limitante. El sistema de turbina de vapor comprende una turbina de vapor, un condensador, un generador, una primera bomba y opcionalmente una segunda bomba. La turbina de vapor puede ser una turbina de vapor de etapas múltiples o una turbina de etapa única. En la turbina de etapas múltiples, el fluido de turbina de vapor se puede recalentar entre las diferentes etapas o una parte del fluido de turbina de vapor se puede extraer de la turbina de vapor debido al enfriamiento excesivo del fluido de turbina de vapor. La turbina de vapor comprende palas conectadas a un eje. La energía del fluido de turbina de vapor que fluye a través de la turbina de vapor se transmite por las palas de la turbina de vapor al eje. El generador está conectado al eje de la turbina de vapor y convierte la energía rotatoria del eje de la turbina de vapor en energía eléctrica. La energía eléctrica generada se puede transferir a continuación a una red de suministro eléctrico o a cualquier otro usuario final. Después de fluir a través de la turbina de vapor, el fluido de turbina de vapor fluye a través del condensador en el cual el fluido de turbina de vapor se condensa en su estado líquido. La primera bomba y la segunda bomba accionan el fluido de turbina de vapor a través de los diferentes componentes del sistema de turbina de vapor y a través del dispositivo de generación de vapor.
- El dispositivo calentador es un elemento que introduce energía térmica en el fluido de trabajo. El fluido de trabajo puede estar en estado gaseoso o líquido. En un modo de realización ejemplar, el dispositivo calentador puede comprender un calentador resistente, un calentador eléctrico o un calentador inductivo.
- El fluido de trabajo es un medio que fluye a través del sistema para almacenar energía térmica tal como, por ejemplo, un gas o un líquido. Además, el medio puede ser una mezcla que consista en un componente principal, tal como el agua, con suplementos añadidos para influir en las características físicas de la mezcla, tal como por ejemplo el punto de evaporación o el punto de condensación.
- El dispositivo de almacenamiento térmico puede ser un almacenamiento térmico sensible o un almacenamiento térmico latente. El dispositivo de almacenamiento térmico se puede llenar de un material de almacenamiento térmico. El material de almacenamiento térmico puede ser un material sólido o a granel, tal como piedras, ladrillos, cerámica u otro material sólido que tenga la capacidad de calentarse, mantener su temperatura y por tanto almacenar energía térmica durante un período de tiempo predeterminado. Debe entenderse que también se puede usar el agua como material de almacenamiento térmico. El material de almacenamiento térmico se puede calentar por el fluido de trabajo.
- El dispositivo de almacenamiento térmico comprende una primera abertura y una segunda abertura. El fluido de trabajo puede fluir a través del dispositivo de almacenamiento térmico desde la primera abertura hasta la segunda abertura o desde la segunda abertura hasta la primera abertura. En el dispositivo de almacenamiento térmico, el fluido de trabajo puede estar en contacto físico directo con el material de almacenamiento térmico cuando el fluido de trabajo fluya a través del dispositivo de almacenamiento térmico. En un modo de realización ejemplar, el material de almacenamiento térmico se puede proporcionar como piedras y el fluido de trabajo puede ser aire. Por tanto, el aire y las piedras pueden entrar en contacto físico directo entre sí cuando el aire fluya a través del dispositivo de almacenamiento térmico. Además, en el dispositivo de almacenamiento térmico, el fluido de trabajo puede estar en contacto indirecto con el material de almacenamiento térmico cuando el fluido de trabajo fluya a través del dispositivo de almacenamiento térmico.
- La primera abertura puede ser una abertura en el dispositivo de almacenamiento térmico a través de la cual el dispositivo de almacenamiento térmico puede intercambiar el fluido de trabajo con el dispositivo calentador. Adicionalmente, en un modo de realización ejemplar, la primera abertura y el dispositivo calentador pueden estar conectados por una tubería o un conducto. La segunda abertura puede ser una abertura adicional en el dispositivo de almacenamiento térmico a través de la cual el dispositivo de almacenamiento térmico puede intercambiar el fluido de trabajo con el dispositivo de generación de vapor. Adicionalmente, en otro modo de realización ejemplar, la segunda abertura y el dispositivo calentador pueden estar conectados por una tubería o un conducto. En otro modo de realización ejemplar, la primera abertura y la segunda abertura se forman de forma idéntica. Pero debe entenderse que la primera abertura y la segunda abertura también se pueden formar en dos formas diferentes. En otro modo de realización ejemplar, la primera abertura y la segunda abertura se pueden formar en la misma superficie lateral del dispositivo de almacenamiento térmico. Esta configuración puede ser de forma ventajosa cuando la configuración general del sistema para almacenar energía térmica no permita otra configuración geométrica debido a restricciones geométricas. Por supuesto, la primera abertura y la segunda abertura se pueden formar en diferentes superficies laterales, en particular en superficies laterales opuestas, del dispositivo de almacenamiento térmico.
- Para conectar el dispositivo de generación de vapor, el dispositivo calentador y el dispositivo de almacenamiento térmico en línea significa que ni el dispositivo de generación de vapor está conectado en paralelo al dispositivo calentador y/o al dispositivo de almacenamiento térmico, ni el dispositivo calentador está conectado en paralelo al dispositivo de generación de vapor y/o al dispositivo de almacenamiento térmico, ni el dispositivo de almacenamiento térmico está conectado en paralelo al dispositivo de generación de vapor y/o al dispositivo calentador. La derivación del dispositivo calentador se incluye en esta configuración, como se define en la

reivindicación independiente 1 adjunta. Además, derivar el dispositivo de generación de vapor por una tubería de acceso directo no se excluye explícitamente en esta configuración.

5 Por lo tanto, en contraste con los enfoques convencionales, según la presente invención, el dispositivo de generación de vapor, el dispositivo calentador y el dispositivo de almacenamiento térmico están conectados en línea, de modo que un fluido de trabajo común fluye en línea a través del dispositivo de generación de vapor, del dispositivo calentador y del dispositivo de almacenamiento térmico. Por lo tanto, solo es necesario un sistema o línea de conductos para formar un ciclo de flujo entre el dispositivo de generación de vapor, el dispositivo calentador y el dispositivo de almacenamiento térmico y, respectivamente, en un ciclo de carga y descarga. En
10 los enfoques convencionales, son necesarios al menos dos sistemas de conductos, uno para fluir a través del dispositivo calentador y del dispositivo de almacenamiento térmico en un ciclo de carga y otro que fluye a través del dispositivo de generación de vapor y del dispositivo de almacenamiento térmico en un ciclo de descarga. Por lo tanto, al necesitar solo un sistema o un ciclo de conductos para cargar y descargar de acuerdo con la presente invención, se logra una reducción de la longitud total de un sistema de conductos. Además, al tener solo un ciclo, solo se necesita un dispositivo de accionamiento de fluido (por ejemplo, solo un ventilador). Esto lleva a un sistema más rentable y robusto para toda la instalación en términos de instalación y funcionamiento.

20 De acuerdo con otro modo de realización ejemplar de la presente invención, el sistema para almacenar energía térmica comprende además un dispositivo de accionamiento de fluido, en particular un soplador, para accionar el fluido de trabajo.

25 El dispositivo de accionamiento de fluido puede ser, aparte de un soplador, un ventilador, un supercargador o un dispositivo que genere un gradiente de presión de modo que el fluido de trabajo que fluye a través del dispositivo de accionamiento de fluido se puede acelerar en una dirección predominante y predeterminada del dispositivo de accionamiento de fluido. El dispositivo de accionamiento de fluido también puede ser un dispositivo de etapas múltiples en el cual el fluido de trabajo se acelera en etapas múltiples de modo que se mejora la eficacia del dispositivo de accionamiento de fluido.

30 De acuerdo con otro modo de realización ejemplar de la presente invención, el dispositivo de accionamiento de fluido está conectado a la segunda abertura y al dispositivo de generación de vapor. Por tanto, el fluido de trabajo puede fluir a través del dispositivo de almacenamiento térmico, además a través del dispositivo de accionamiento de fluido y a continuación a través del dispositivo de generación de vapor.

35 Debe enfatizarse que el dispositivo de accionamiento de fluido puede estar conectado entre el dispositivo de generación de vapor y la segunda abertura y por tanto al dispositivo de almacenamiento térmico en línea y no en forma paralela. Por lo tanto, un dispositivo de accionamiento de fluido puede ser suficiente para accionar el fluido de trabajo a través del dispositivo de almacenamiento térmico, del dispositivo calentador y del dispositivo de generación de vapor. Cabe mencionar que también es posible integrar más de un dispositivo de accionamiento de fluido en el sistema para almacenar energía térmica. El segundo, tercer u otro dispositivo de accionamiento de
40 fluido también puede estar conectado entre el dispositivo de generación de vapor y la segunda abertura. Cuando se usa más de un dispositivo de accionamiento de fluido, puede ser ventajoso usar una pluralidad de dispositivos de accionamiento de fluido que pueden ser idénticos en rendimiento y/o forma. La pluralidad de dispositivos de accionamiento de fluido puede estar conectada entre sí en línea o en paralelo siempre que estén conectados en línea entre el dispositivo de generación de vapor y la segunda abertura.

45 En el sistema descrito, el dispositivo de generación de vapor y el dispositivo de almacenamiento térmico están conectados en línea. Una primera dirección de flujo es la dirección del fluido de trabajo desde el dispositivo de almacenamiento térmico al dispositivo de generación de vapor y una segunda dirección de flujo es la dirección del dispositivo de generación de vapor al dispositivo de almacenamiento térmico. El dispositivo de accionamiento de fluido está conectado entre el dispositivo de generación de vapor y el dispositivo de almacenamiento térmico de tal manera que el fluido de trabajo siempre puede fluir a través del dispositivo de accionamiento de fluido en la misma dirección tanto en la primera dirección de flujo como en la segunda dirección de flujo. Esto está garantizado por la tubería usada que interconecta el dispositivo de accionamiento de fluido con el dispositivo de almacenamiento térmico y el dispositivo de generación de vapor. La tubería comprende una pluralidad de líneas que se describen posteriormente en detalle.

50 De acuerdo con otro modo de realización ejemplar de la presente invención, el sistema comprende además una primera línea que está conectada entre la segunda abertura y el dispositivo de accionamiento de fluido y una primera válvula que está conectada a la primera línea para controlar un flujo del fluido de trabajo desde la segunda abertura al dispositivo de accionamiento de fluido.

55 El sistema comprende además una segunda línea que está conectada entre el dispositivo de accionamiento de fluido y la segunda abertura y una segunda válvula que está conectada a la segunda línea para controlar un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de accionamiento de fluido a la segunda abertura.

65

El sistema comprende además una tercera línea que está conectada entre el dispositivo de accionamiento de fluido y el dispositivo de generación de vapor y una tercera válvula que está conectada a la tercera línea para controlar un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de accionamiento de fluido al dispositivo de generación de vapor.

5

El sistema comprende además una cuarta línea que está conectada entre el dispositivo de generación de vapor y el dispositivo de accionamiento de fluido y una cuarta válvula que está conectada a la cuarta línea para controlar un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de generación de vapor en una dirección hacia el dispositivo de accionamiento de fluido.

10

La primera línea, la segunda línea, la tercera línea y la cuarta línea son componentes estructurales tales como una tubería o un conducto. La primera línea permite que el fluido de trabajo fluya a través de la primera línea desde la segunda abertura en una dirección hacia el dispositivo de accionamiento de fluido. La segunda línea permite que el fluido de trabajo fluya a través de la segunda línea desde el dispositivo de accionamiento de fluido en una dirección hacia la segunda abertura. La tercera línea permite que el fluido de trabajo fluya a través de la tercera línea desde el dispositivo de accionamiento de fluido en una dirección hacia el dispositivo de generación de vapor. La cuarta línea permite que el fluido de trabajo fluya a través de la cuarta línea desde el dispositivo de accionamiento de fluido en una dirección hacia el dispositivo de generación de vapor.

15

20

Las válvulas respectivas pueden ser, por ejemplo, una válvula de compuerta, una válvula antirretorno o una válvula angular. Las válvulas respectivas también pueden comprender una pluralidad de subválvulas para garantizar la redundancia de un corte de la línea respectiva. En un modo de realización ejemplar preferente, la mecánica de la primera válvula está diseñada de la forma más simple posible y, adicionalmente, solo una única válvula está conectada a la primera línea. Por lo tanto, la primera válvula está formada para ser lo más robusta y simple posible.

25

Controlar un flujo del fluido de trabajo desde la segunda abertura hacia el dispositivo de accionamiento de fluido significa que la primera válvula puede regular el flujo del fluido de trabajo o puede permitir un flujo del fluido de trabajo desde la segunda abertura al dispositivo de accionamiento de fluido.

30

Controlar un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de accionamiento de fluido a la segunda abertura significa que la segunda válvula puede regular el flujo del fluido de trabajo o puede permitir un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de accionamiento de fluido a la segunda abertura.

35

Controlar un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de accionamiento de fluido al dispositivo de generación de vapor significa que la tercera válvula puede regular el flujo del fluido de trabajo o puede permitir un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de accionamiento de fluido al dispositivo de generación de vapor.

40

Controlar un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de generación de vapor al dispositivo de accionamiento de fluido significa que la cuarta válvula puede regular el flujo del fluido de trabajo o puede permitir un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de generación de vapor al dispositivo de accionamiento de fluido.

45

De acuerdo con la presente invención, el sistema para almacenar energía térmica comprende además una primera línea de derivación que está dispuesta de tal manera que el fluido de trabajo desvía selectivamente el dispositivo calentador.

50

La primera línea de derivación puede ser un conducto o una tubería en la cual pueda fluir el fluido de trabajo y que interconecte directamente la primera abertura con el dispositivo de generación de vapor. El fluido de trabajo puede fluir a través de la línea de derivación desde la primera abertura al dispositivo de generación de vapor o desde el dispositivo de generación de vapor a la primera abertura.

55

Desviación selectiva significa que un usuario o un programa controlador pueden elegir si el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo calentador o si el fluido de trabajo desvía el dispositivo calentador.

60

De acuerdo con otro modo de realización ejemplar de la presente invención, el sistema para almacenar energía térmica comprende además una segunda línea de desvío que está dispuesta de tal manera que el fluido de trabajo desvía selectivamente el dispositivo de generación de vapor.

65

La segunda línea de desvío puede ser un conducto o una tubería en la cual puede fluir el fluido de trabajo y que interconecta directamente el dispositivo calentador con la segunda abertura o el dispositivo de accionamiento de fluido. La segunda línea de derivación puede estar formada de forma idéntica o similar a la línea de derivación y/o a la segunda línea de derivación. El fluido de trabajo puede fluir a través de la segunda línea de derivación desde el dispositivo calentador hasta la segunda abertura o desde la segunda abertura hacia el dispositivo calentador.

La derivación selectiva significa que un usuario o un programa controlador pueden elegir si el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo de generación de vapor o si el fluido de trabajo desvía el dispositivo de generación de vapor.

5 De acuerdo con otro modo de realización ejemplar de la presente invención, el dispositivo de generación de vapor es un generador de vapor de recuperación de calor que se corta HRSG.

10 Un HRSG puede ser un intercambiador de calor de recuperación de energía que recupere energía de una corriente. El HRSG puede comprender, por ejemplo, cuatro componentes principales. Los cuatro componentes principales son un economizador, un evaporador, un supercalentador y un recalentador. Los cuatro componentes principales se unen para cumplir varios requisitos, tales como por ejemplo requisitos de funcionamiento o una eficacia dada del HRSG. Se pueden distinguir diferentes HRSG por la dirección del flujo de gas de escape o el número de niveles de presión integrados en el HRSG. En un modo de realización ejemplar, el HRSG puede ser un HRSG de tipo vertical, un HRSG de tipo horizontal, un HRSG de presión única o un HRSG de presión múltiple.

20 De acuerdo con otro modo de realización ejemplar de la presente invención, el dispositivo de almacenamiento térmico tiene una pluralidad de cámaras. Las cámaras están acopladas en paralelo una respecto a otra. Cada una de las cámaras que están dispuestas en paralelo está acoplada a la primera abertura y a la segunda abertura.

25 De acuerdo con otro modo de realización ejemplar de la presente invención, el dispositivo de almacenamiento térmico tiene una pluralidad adicional de cámaras. Las cámaras están acopladas en serie una con respecto a la otra. Una de la pluralidad adicional de cámaras está acoplada a la primera abertura y otra de la pluralidad adicional de cámaras está acoplada a la segunda abertura.

30 Cada una de las cámaras puede comprender el material de almacenamiento térmico. La pluralidad de cámaras y/o la pluralidad adicional de cámaras se pueden integrar juntas en un alojamiento. El dispositivo de almacenamiento térmico puede comprender el alojamiento. El alojamiento puede comprender la pluralidad de cámaras y la pluralidad adicional de cámaras de tal manera que un determinado número de cámaras están acopladas entre sí en paralelo y las cámaras restantes están acopladas entre sí en serie. Por lo tanto, una combinación de cámaras acopladas en paralelo y de cámaras acopladas en serie puede haber presente en el dispositivo de almacenamiento térmico.

35 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se divulga un procedimiento para hacer funcionar un sistema para almacenar energía térmica como se ha mencionado anteriormente. El procedimiento comprende cargar un dispositivo de almacenamiento térmico en un ciclo de carga al transmitir un fluido de trabajo desde un dispositivo calentador al dispositivo de almacenamiento térmico, y descargar el dispositivo de almacenamiento térmico en un ciclo de descarga al transmitir el fluido de trabajo desde el dispositivo de almacenamiento térmico al dispositivo de generación de vapor.

40 El ciclo de carga (es decir, en el estado de funcionamiento de carga del dispositivo de almacenamiento térmico) puede describir una dirección de flujo del fluido de trabajo en la cual el dispositivo de almacenamiento térmico se carga con energía térmica que se transfiere desde el fluido de trabajo al material de almacenamiento térmico comprendido en el dispositivo de almacenamiento térmico. En el ciclo de carga, el fluido de trabajo fluye primero a través de la primera abertura hacia el dispositivo de almacenamiento térmico, de modo que la primera abertura se puede definir como un extremo caliente del dispositivo de almacenamiento térmico. Después de fluir a través del dispositivo de almacenamiento térmico en el cual la energía térmica se transfiere desde el fluido de trabajo al material de almacenamiento térmico, el fluido de trabajo sale a través de la segunda abertura y, por lo tanto, está más frío que cuando entra en el dispositivo de almacenamiento térmico a través de la primera abertura. Por lo tanto, la segunda abertura puede estar en el ciclo de carga más fría que la primera abertura y, por lo tanto, se puede definir como el extremo frío del dispositivo de almacenamiento térmico. Un nivel de temperatura en el extremo caliente (es decir, la primera abertura) puede ser de 600 °C y un nivel de temperatura en el extremo frío (es decir, en la segunda abertura) puede ser de 200 °C, pero también podría ser temperatura ambiente.

55 En el ciclo de carga, el fluido de trabajo puede fluir desde el dispositivo de accionamiento de fluido a través del dispositivo de generación de vapor, además a través del dispositivo calentador (en el cual se calienta el fluido de trabajo) y además a través de la primera abertura en el dispositivo de almacenamiento térmico. A continuación, el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo de almacenamiento térmico desde la primera abertura hacia la segunda abertura del dispositivo de almacenamiento térmico y transfiere energía térmica al material de almacenamiento térmico. La carga del dispositivo de almacenamiento térmico se puede detener cuando la temperatura de la segunda abertura comience a aumentar. Desde la segunda abertura, el fluido de trabajo fluye a través de la primera línea, del dispositivo de accionamiento de fluido y de la tercera línea hacia el dispositivo de generación de vapor.

65

El ciclo de descarga (es decir, en el estado de funcionamiento de descarga del dispositivo de almacenamiento térmico) puede describir una dirección de flujo del fluido de trabajo en la cual el almacenamiento térmico se descarga de la energía térmica, en el que el fluido de trabajo absorbe energía térmica del material de almacenamiento térmico, por ejemplo. Por lo tanto, en el ciclo de descarga, el fluido de trabajo se calienta por el dispositivo de almacenamiento térmico. El fluido de trabajo calentado calienta el fluido de turbina de vapor en el dispositivo de generación de vapor de modo que, por ejemplo, se genera vapor como fluido de turbina de vapor.

En el ciclo de descarga, el fluido de trabajo fluye desde el dispositivo de accionamiento de fluido hacia la segunda abertura. El fluido de trabajo pasa además a través del dispositivo de almacenamiento térmico en la dirección desde la segunda abertura hasta la primera abertura y la energía térmica se transfiere desde el dispositivo de almacenamiento térmico al fluido de trabajo. En el ciclo de descarga, el fluido de trabajo que sale del dispositivo de almacenamiento térmico en la primera abertura tiene una temperatura más alta que el fluido de trabajo que entra en el dispositivo de almacenamiento térmico en la segunda abertura. A continuación, desde la primera abertura, el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo calentador y luego a través del dispositivo de generación de vapor donde el fluido de turbina de vapor se calienta por la energía térmica proporcionada por el fluido de trabajo. Luego, después de haber pasado el dispositivo de generación de vapor, el fluido de trabajo fluye a través de la cuarta línea, del dispositivo de accionamiento de fluido y de la segunda línea de regreso a la segunda abertura.

Contrariamente a los sistemas conocidos convencionales para almacenar energía térmica, el sistema divulgado en la presente invención proporciona una ruta de flujo única (sistema de conductos o de revestimiento) para el fluido de trabajo en el ciclo de carga y en el ciclo de descarga del dispositivo de almacenamiento térmico.

Debe observarse que se han descrito modos de realización de la invención con referencia a diferentes materias objeto. En particular, algunos modos de realización se han descrito con referencia a las reivindicaciones del tipo de aparato, mientras que otros modos de realización se han descrito con referencia a las reivindicaciones del tipo de procedimiento. Sin embargo, un experto en la técnica obtendrá de la descripción anterior y la siguiente que, a menos que se notifique lo contrario, además de cualquier combinación de rasgos característicos que pertenezcan a un tipo de materia objeto también, cualquier combinación entre rasgos característicos relacionados con diferentes materias, en particular entre los rasgos característicos de las reivindicaciones de tipo de aparato y los rasgos característicos de las reivindicaciones de tipo de procedimiento se considera divulgada con esta solicitud.

Breve descripción de los dibujos

Los aspectos definidos anteriormente y otros aspectos de la presente invención resultan evidentes a partir de los ejemplos de modos de realización que se describirán a continuación en el presente documento y se explican con referencia a estos ejemplos de modo de realización. La invención se describirá con más detalle a continuación en el presente documento con referencia a ejemplos de modo de realización, pero a los que la invención no está limitada. La invención se define por las reivindicaciones independientes 1 y 9.

La Fig. 1 muestra una vista esquemática de un sistema para almacenar energía térmica de acuerdo con un modo de realización ejemplar de la presente invención.

La Fig. 2 muestra una vista esquemática de un corte lateral de un dispositivo de almacenamiento térmico de acuerdo con un modo de realización ejemplar de la presente invención.

La Fig. 3 muestra una vista esquemática de un sistema convencional para almacenar energía térmica de acuerdo con el estado de la técnica.

Descripción detallada

Las ilustraciones en los dibujos son esquemáticas. Cabe destacar, en diferentes figuras, que se proporcionan elementos similares o idénticos con los mismos signos de referencia. Además, las Figuras que muestran modos de realización de la invención pueden no mostrar todos los rasgos característicos que forman parte de la invención como se define en las reivindicaciones independientes adjuntas 1 y 9. Por ejemplo, una primera derivación forma parte integral de la invención, pero no se muestra en la Figura 1.

La Fig. 1 muestra un sistema 100 para almacenar energía térmica de acuerdo con un modo de realización ejemplar de la presente invención. El sistema 100 comprende un dispositivo de generación de vapor 110 para calentar un fluido de turbina de vapor de un sistema de turbina de vapor 120. El dispositivo de generación de vapor 110 se puede alimentar por un fluido de trabajo para calentar el fluido de turbina de vapor. El sistema 100 para almacenar energía térmica comprende además un dispositivo calentador 130 para calentar el fluido de trabajo y un dispositivo de almacenamiento térmico 150 que comprende una primera abertura 151 y una segunda abertura 153. La primera abertura 151 está conectada con el dispositivo calentador 130 para transferir el fluido de trabajo entre el dispositivo de almacenamiento térmico 150 y el dispositivo calentador 130. La segunda

5 abertura 153 está conectada con el dispositivo de generación de vapor 110 por medio del dispositivo de accionamiento de fluido 170 para transferir el fluido de trabajo entre el dispositivo de almacenamiento térmico 150 y el dispositivo de generación de vapor 110. El dispositivo de generación de vapor 110 está conectado al dispositivo calentador 130 para transferir el fluido de trabajo entre sí. El dispositivo de generación de vapor 110, el dispositivo calentador 130 y el dispositivo de almacenamiento térmico 150 están conectados en línea.

10 El dispositivo de generación de vapor 110 es un dispositivo para intercambiar energía térmica, en particular un intercambiador de calor. En la Fig. 1, el dispositivo de generación de vapor 110 es un HRSG (generador de vapor de recuperación de calor). El HRSG comprende, por ejemplo, cuatro componentes que son, por ejemplo, un economizador 117, un evaporador 115, un supercalentador 111 y un recalentador 113. Los cuatro componentes están dispuestos para calentar un fluido de turbina de vapor que se extrae en localizaciones específicas del sistema de turbina de vapor 120.

15 El sistema de turbina de vapor 120 que se muestra como un modo de realización ejemplar en la Fig. 1 comprende una turbina de vapor 127, un condensador 123, un generador 125, una primera bomba 121 y una segunda bomba 122. Después de fluir a través de la turbina de vapor 127, el fluido de turbina de vapor fluye a través del condensador 123 en el cual el fluido de turbina de vapor se condensa, por ejemplo, en su estado líquido. La primera bomba 121 y la segunda bomba 122 accionan el fluido de turbina de vapor a través de los diferentes componentes y a través del dispositivo de generación de vapor 110.

20 El dispositivo de almacenamiento térmico 150 puede ser un almacenamiento térmico sensible o un almacenamiento térmico latente. El dispositivo de almacenamiento térmico 150 se puede llenar de un material de almacenamiento de energía térmica 455 (mostrado en detalle en la Fig. 2).

25 La primera abertura 151 puede ser una abertura en el dispositivo de almacenamiento térmico 150 a través de la cual el dispositivo de almacenamiento térmico 150 puede intercambiar el fluido de trabajo con el dispositivo calentador 130, por ejemplo, conectando el dispositivo de almacenamiento térmico 150 con el dispositivo calentador 130 por medio de un conducto.

30 La segunda abertura 153 puede ser una abertura adicional en el dispositivo de almacenamiento térmico 150 a través de la cual el dispositivo de almacenamiento térmico 150 puede intercambiar el fluido de trabajo con el dispositivo de generación de vapor 110. En la Fig. 1, la primera abertura 151 y la segunda abertura 153 están formadas en superficies laterales opuestas del dispositivo de almacenamiento térmico 150.

35 El sistema 100 comprende además un dispositivo de accionamiento de fluido 170, en particular un soplador, para accionar el fluido de trabajo.

40 El fluido de trabajo se acciona y acelera por el dispositivo de accionamiento de fluido 170 en una dirección de flujo predominante y predeterminada del dispositivo de accionamiento de fluido 170. La dirección de flujo predominante y predeterminada del dispositivo de accionamiento de fluido 170 es desde un extremo corriente abajo del dispositivo de accionamiento de fluido 170 hasta un extremo corriente arriba del dispositivo de accionamiento de fluido 170.

45 El sistema 100 para almacenar energía térmica comprende además una primera línea 193 que está conectada entre la segunda abertura 153 y el extremo corriente abajo del dispositivo de accionamiento de fluido 170, una segunda línea 195 que está conectada entre el extremo corriente arriba del dispositivo de accionamiento de fluido 170 y la segunda abertura 153, una tercera línea 197 que está conectada entre el extremo corriente arriba del dispositivo de accionamiento de fluido 170 y el dispositivo de generación de vapor 110 y una cuarta línea 199 que está conectada entre el dispositivo de generación de vapor 110 y el extremo corriente abajo del dispositivo de accionamiento de fluido 170.

50 La primera línea 193 permite que el fluido de trabajo fluya a través de la primera línea 193 desde la segunda abertura 153 en una dirección hacia el extremo corriente abajo del dispositivo de accionamiento de fluido 170. La segunda línea 195 permite que el fluido de trabajo fluya a través de la segunda línea 195 desde el extremo corriente arriba del dispositivo de accionamiento de fluido 170 en una dirección hacia la segunda abertura 153. La tercera línea 197 permite que el fluido de trabajo fluya a través de la tercera línea 197 desde el extremo corriente arriba del dispositivo de accionamiento de fluido 170 en una dirección hacia el dispositivo de generación de vapor 110. La cuarta línea 199 permite que el fluido de trabajo fluya a través de la cuarta línea 199 desde el dispositivo de generación de vapor 110 en una dirección hacia el extremo corriente abajo del dispositivo de accionamiento de fluido 170.

55 Una primera válvula 183 está conectada a la primera línea 193 para controlar un flujo del fluido de trabajo desde la segunda abertura 153 en una dirección hacia el dispositivo de accionamiento de fluido 170. Una segunda válvula 185 está conectada a la segunda línea 195 para controlar un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de accionamiento de fluido 170 en una dirección hacia la segunda abertura 153. Una tercera válvula 187 está conectada a la tercera línea 197 para controlar un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de

accionamiento de fluido 170 en una dirección hacia el dispositivo de generación de vapor 110. Una cuarta válvula 189 está conectada a la cuarta línea 199 para controlar un flujo del fluido de trabajo desde el dispositivo de generación de vapor 110 en una dirección hacia el dispositivo de accionamiento de fluido 170.

5 En un ciclo de carga, se describe una dirección de flujo del fluido de trabajo en la cual el dispositivo de almacenamiento térmico 150 se carga de energía térmica que se transfiere desde el fluido de trabajo al material de almacenamiento térmico (mostrado con detalle en la Fig. 2) comprendido en el dispositivo de almacenamiento térmico 150. En el ciclo de carga, el fluido de trabajo fluye primero a través de la primera abertura 151 hacia el
10 dispositivo de almacenamiento térmico 150, de modo que la primera abertura 151 se puede definir como un extremo caliente del dispositivo de almacenamiento térmico 150. Mientras fluye a través del dispositivo de almacenamiento térmico 150, la energía térmica se transfiere desde el fluido de trabajo al material de almacenamiento térmico, por lo tanto, el fluido de trabajo se enfría. El fluido de trabajo sale a través de la segunda abertura 153 y es más frío que cuando entra en el dispositivo de almacenamiento térmico 150 a través de la primera abertura 151. Por lo tanto, la segunda abertura 153 puede estar en el ciclo de carga más fría que la
15 primera abertura 151 y, por lo tanto, se puede definir como el extremo frío del dispositivo de almacenamiento térmico 150. Un nivel de temperatura en el extremo caliente (es decir, la primera abertura 151) puede ser de 600 °C y un nivel de temperatura en el extremo frío (es decir, en la segunda abertura 153) puede ser de 200 °C o temperatura ambiente.

20 En el ciclo de carga, el fluido de trabajo puede fluir desde el dispositivo de accionamiento de fluido 170 por medio de la tercera línea 197 y de la tercera válvula 187 a través del dispositivo de generación de vapor 110, además a través del dispositivo calentador 130 (en el que el fluido de trabajo se calienta) y además a través de la primera abertura 151 en el dispositivo de almacenamiento térmico 150. A continuación, el fluido de trabajo fluye desde la primera abertura 151 hacia la segunda abertura 153 del dispositivo de almacenamiento térmico 150 y transfiere
25 energía térmica al dispositivo de almacenamiento térmico 150. La carga del dispositivo de almacenamiento térmico 150 se puede detener cuando la temperatura de la segunda abertura 153 comience a aumentar. Desde la segunda abertura 153, el fluido de trabajo fluye a través de la primera línea 193, hacia el dispositivo de accionamiento de fluido 170 y cierra el ciclo. En el ciclo de carga, el fluido de trabajo que sale del dispositivo de almacenamiento térmico 150 en la segunda abertura 153 tiene una temperatura más baja que el fluido de trabajo que entra en el dispositivo de almacenamiento térmico 150 en la primera abertura 151.

En un ciclo de descarga, se describe una dirección de flujo del fluido de trabajo desde la segunda abertura 153 hasta la primera abertura 151 en la cual el dispositivo de almacenamiento térmico 150 se descarga de la energía térmica, en el que el fluido de trabajo absorbe energía térmica del dispositivo de almacenamiento térmico 150,
35 por ejemplo. Por lo tanto, en el ciclo de descarga, el fluido de trabajo se calienta por el dispositivo de almacenamiento térmico 150. El fluido de trabajo calentado calienta el fluido de turbina de vapor en el dispositivo de generación de vapor 110 de modo que, por ejemplo, se genera vapor como fluido de turbina de vapor. En el ciclo de descarga, el fluido de trabajo que sale del dispositivo de almacenamiento térmico 150 en la primera abertura 151 tiene una temperatura más alta que el fluido de trabajo que entra en el dispositivo de almacenamiento térmico 150 en la segunda abertura 153.

En el ciclo de descarga, el fluido de trabajo fluye desde el dispositivo de accionamiento de fluido 170 por medio de la segunda línea 195 y de la segunda válvula 185 hacia la segunda abertura 153. El fluido de trabajo pasa además a través del dispositivo de almacenamiento térmico 150 en la dirección desde la segunda abertura 153
45 hasta la primera abertura 151 y la energía térmica se transfiere desde el dispositivo de almacenamiento térmico 150 al fluido de trabajo. A continuación, desde la primera abertura 151, el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo calentador 130 y luego a través del dispositivo de generación de vapor 110, donde el fluido de turbina de vapor se calienta por la energía térmica proporcionada por el fluido de trabajo. A continuación, después de haber pasado el dispositivo de generación de vapor 110, el fluido de trabajo fluye a través de la cuarta línea 199 hacia el dispositivo de accionamiento de fluido 170 y cierra el circuito.

En el ciclo de carga, la primera válvula 183 y la tercera válvula 187 están en una posición abierta y la segunda válvula 185 y la cuarta válvula 189 están en una posición cerrada. Por tanto, el fluido de trabajo fluye a través de la primera línea 193, del dispositivo de accionamiento de fluido 170 y posteriormente de la tercera línea 197.

En el ciclo de descarga, la segunda válvula 185 y la cuarta válvula 189 están en la posición abierta y la primera válvula 183 y la tercera válvula 187 están en la posición cerrada. Por tanto, el fluido de trabajo fluye a través de la cuarta línea 199, del dispositivo de accionamiento de fluido 170 y posteriormente de la segunda línea 195.

Una ventaja de la disposición mencionada anteriormente de las cuatro líneas 193, 195, 197, 199 y el control mencionado anteriormente de las cuatro válvulas 183, 185, 187, 189 es que, en el ciclo de carga y en el ciclo de descarga, el fluido de trabajo fluye a través del dispositivo de accionamiento de fluido 170 en la misma dirección de flujo. Por lo tanto, el dispositivo de accionamiento de fluido 170 puede ser un componente simple y robusto. Otra ventaja de la disposición mencionada anteriormente es que solo se necesita un dispositivo de accionamiento de fluido 170 para que el fluido de trabajo fluya a través del almacenamiento de energía térmica 150 en diferentes direcciones.

5 La Fig. 2 muestra un dispositivo de almacenamiento térmico 150 de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El material de almacenamiento térmico 455 puede ser un material sólido o a granel, tal como piedras, ladrillos, cerámica u otros materiales sólidos que tienen la capacidad de calentarse, mantener sus temperaturas y por tanto almacenar energía térmica durante un período de tiempo predeterminado. Debe entenderse que también se puede usar agua como material de almacenamiento térmico 455. El material de almacenamiento térmico 455 se puede calentar por el fluido de trabajo. El dispositivo de almacenamiento térmico 150 comprende una primera abertura 151 y una segunda abertura 153. El fluido de trabajo puede fluir a través del dispositivo de almacenamiento térmico 150 desde la primera abertura 151 a la segunda abertura 153 o desde la segunda abertura 153 a la primera abertura 151. En el dispositivo de almacenamiento térmico 150 como se muestra en la Fig. 2, el fluido de trabajo puede estar en contacto físico directo con el material de almacenamiento térmico 455 cuando el fluido de trabajo fluya a través del dispositivo de almacenamiento térmico 150. En un modo de realización ejemplar, el material de almacenamiento térmico 455 se puede proporcionar como piedras y el fluido de trabajo puede ser aire. Por tanto, el aire y las piedras pueden entrar en contacto físico directo entre sí cuando el aire fluya a través del dispositivo de almacenamiento térmico 150. Además, en el dispositivo de almacenamiento térmico 150, el fluido de trabajo puede estar en contacto indirecto con el material de almacenamiento térmico 455 cuando el fluido de trabajo fluya a través del dispositivo de almacenamiento térmico 150.

20 Cabe destacar que la palabra "comprender" no excluye otros elementos o pasos y que las palabras "uno" o "una" no excluyen una pluralidad. Se pueden combinar también elementos descritos en asociación con diferentes modos de realización. Cabe destacar también que los signos de referencia en las reivindicaciones no se considerarán limitantes del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (100) para almacenar energía térmica, comprendiendo el sistema (100)

5 un dispositivo de generación de vapor (110) para calentar un fluido de turbina de vapor de un sistema de turbina de vapor (120),

en el que el dispositivo de generación de vapor (110) se puede alimentar por un fluido de trabajo para calentar el fluido de turbina de vapor,

10 un dispositivo calentador (130) para calentar el fluido de trabajo, y

un dispositivo de almacenamiento térmico (150) que comprende una primera abertura (151) y una segunda abertura (153),

15 en el que la primera abertura (151) está conectada con el dispositivo calentador (130) para transferir el fluido de trabajo entre el dispositivo de almacenamiento térmico (150) y el dispositivo calentador (130), en el que la segunda abertura (153) está conectada con el dispositivo de generación de vapor (110) para transferir el fluido de trabajo entre el dispositivo de almacenamiento térmico (150) y el dispositivo de generación de vapor (110),

20 en el que el dispositivo de generación de vapor (110) está conectado al dispositivo calentador (130) para transferir el fluido de trabajo entre sí,

25 en el que el dispositivo de generación de vapor (110), el dispositivo calentador (130) y el dispositivo de almacenamiento térmico (150) están conectados en línea, **caracterizados por que** el sistema (100) comprende además una primera línea de derivación que está dispuesta de tal manera que el fluido de trabajo desvía de forma selectiva el dispositivo calentador (130).

30 2. Sistema (100) de acuerdo con la reivindicación precedente, que comprende además

un dispositivo de accionamiento de fluido (170), en particular un soplador, para accionar el fluido de trabajo.

3. Sistema (100) de acuerdo con la reivindicación 2,

35 en el que el dispositivo de accionamiento de fluido (170) está conectado a la segunda abertura (153) y al dispositivo de generación de vapor (110).

4. Sistema (100) de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además

40 una primera línea (193) que está conectada entre la segunda abertura (153) y el dispositivo de accionamiento de fluido (170),

una primera válvula (183),

45 en el que la primera válvula (183) está conectada a la primera línea (193) para controlar un flujo del fluido de trabajo entre la segunda abertura (153) y el dispositivo de accionamiento de fluido (170),

una segunda línea (195) que está conectada entre el dispositivo de accionamiento de fluido (170) y la segunda abertura (153),

50 una segunda válvula (185),

en el que la segunda válvula (185) está conectada a la segunda línea (195) para controlar un flujo del fluido de trabajo entre el dispositivo de accionamiento de fluido (170) y la segunda abertura (153),

55 una tercera línea (197) que está conectada entre el dispositivo de accionamiento de fluido (170) y el dispositivo de generación de vapor (110),

una tercera válvula (187),

60 en el que la tercera válvula (187) está conectada a la tercera línea (197) para controlar un flujo del fluido de trabajo entre el dispositivo de accionamiento de fluido (170) y el dispositivo de generación de vapor (110),

65 una cuarta línea (199) que está conectada entre el dispositivo de generación de vapor (110) y el dispositivo de accionamiento de fluido (170), y

una cuarta válvula (189),

en el que la cuarta válvula (189) está conectada a la cuarta línea (199) para controlar un flujo del fluido de trabajo entre el dispositivo de generación de vapor (110) y el dispositivo de accionamiento de fluido (170).

5

5. Sistema (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además

una segunda línea de derivación que está dispuesta de tal manera que el fluido de trabajo desvía selectivamente el dispositivo de generación de vapor (110).

10

6. Sistema (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el dispositivo de generación de vapor (110) es un generador de vapor de recuperación de calor.

15

7. Sistema (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el dispositivo de almacenamiento térmico (150) tiene una pluralidad de cámaras,

en el que las cámaras están acopladas en paralelo una con respecto a otra,

20

en el que cada una de las cámaras dispuestas en paralelo está acoplada a la primera abertura (151) y a la segunda abertura (153).

8. Sistema (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el dispositivo de almacenamiento térmico (150) tiene una pluralidad adicional de cámaras,

25

en el que las cámaras están acopladas en serie una con respecto a la otra,

en el que una de la pluralidad adicional de cámaras está acoplada a la primera abertura (151) y otra de la pluralidad adicional de cámaras está acoplada a la segunda abertura (153).

30

9. Procedimiento para hacer funcionar un sistema (100) para almacenar energía térmica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, el procedimiento comprende

cargar un dispositivo de almacenamiento térmico (150) en un ciclo de carga al transmitir un fluido de trabajo desde un dispositivo calentador (130) a un dispositivo de almacenamiento térmico (150), y

35

descargar el dispositivo de almacenamiento térmico (150) en el ciclo de descarga haciendo fluir el fluido de trabajo desde el dispositivo de almacenamiento térmico (150) hasta el dispositivo calentador (130), en el que el sistema (100) comprende además una primera línea de derivación que está dispuesta de tal manera que el fluido de trabajo desvía selectivamente el dispositivo calentador (130).

40

FIG 1

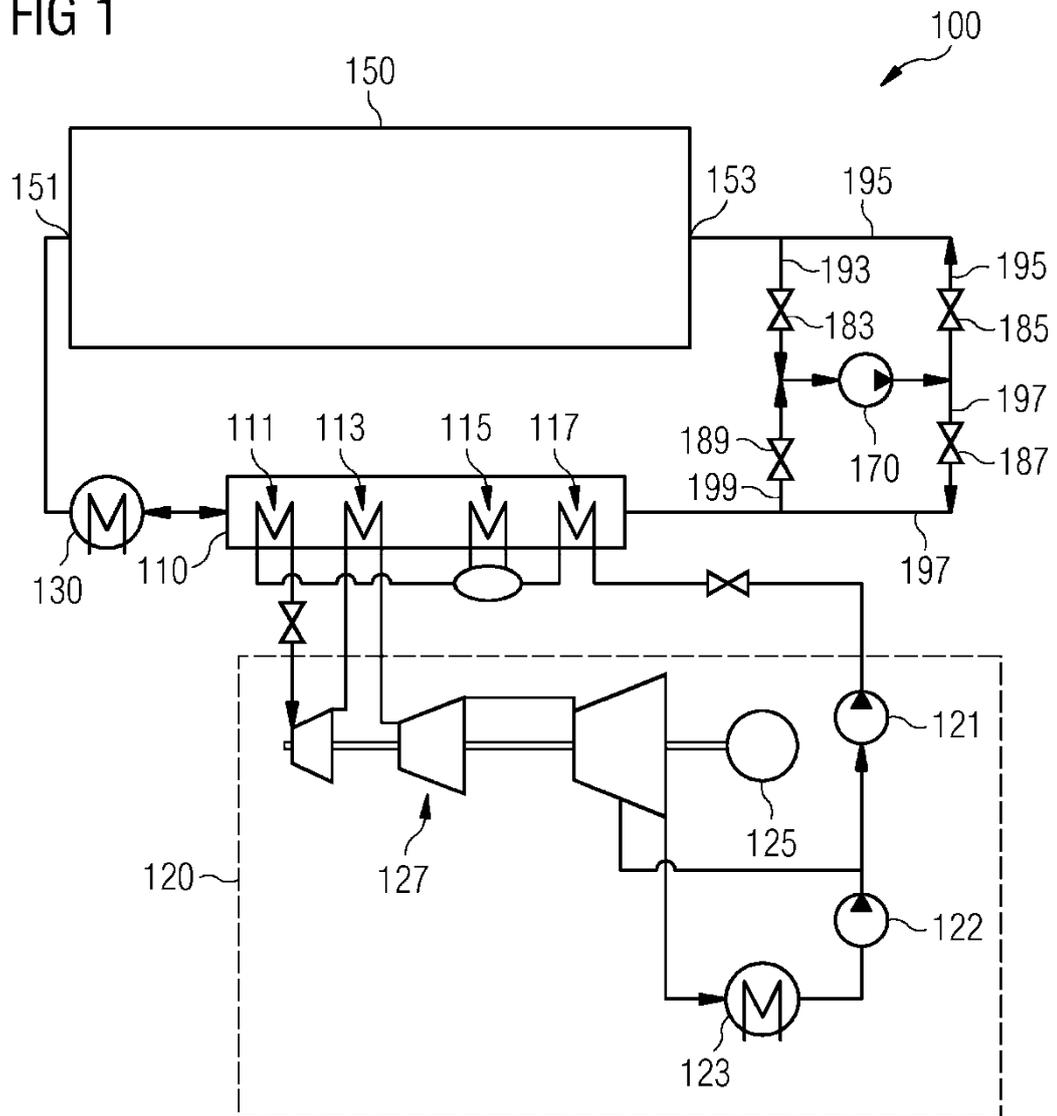


FIG 2

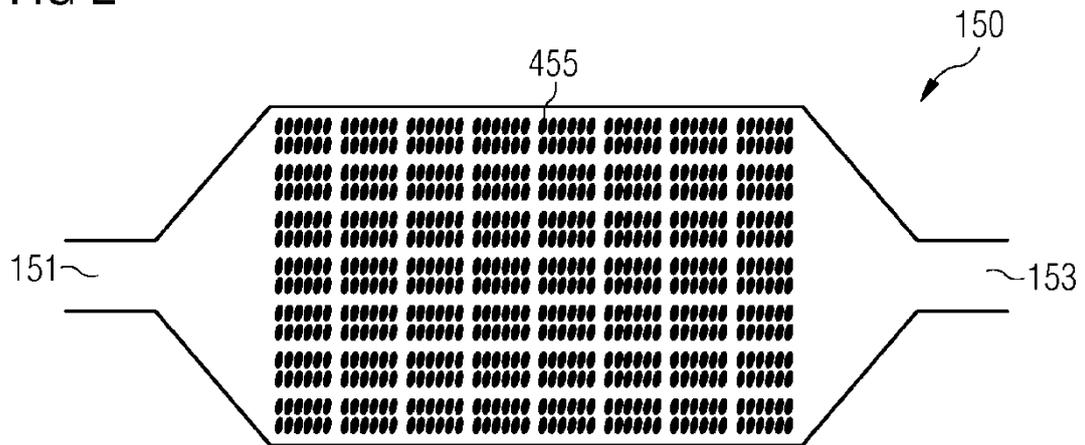


FIG 3 TÉCNICA ANTERIOR

