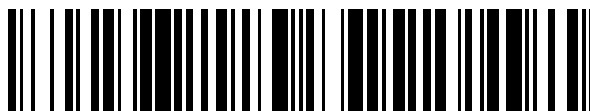


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 479 690**

51 Int. Cl.:

F28B 9/06 (2006.01)

F01K 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2011** **E 11155950 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.06.2014** **EP 2492627**

54 Título: **Sistema de enfriamiento para un ciclo de Rankine térmico solar**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
24.07.2014

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es:

SCHILL, STEFAN

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 479 690 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).

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO PARA UN CICLO DE RANKINE TÉRMICO SOLAR**DESCRIPCIÓN**

La presente invención se refiere a un sistema de enfriamiento para el condensador en un ciclo de Rankine, especialmente en un ciclo de Rankine térmico solar. El documento US 4 315 404 da a conocer un sistema de enfriamiento con las características del preámbulo de la reivindicación 1 que puede usarse para ciclos solares. En la actualidad se conocen sistemas de enfriamiento para ciclos de Rankine. Tales sistemas de enfriamiento conocidos enfrían el condensador con el fin de crear un extremo de baja presión de la turbina de vapor. Se introduce vapor a una presión y temperatura altas en el extremo de alta presión de la turbina de vapor y la diferencia de presión entre el extremo de alta presión y el extremo de baja presión de la turbina de vapor impulsa el vapor a través de la turbina de vapor mediante lo cual la capacidad calorífica del vapor se convierte en energía cinética de vapor que simultáneamente mediante la turbina de vapor se transforma en energía mecánica en el eje. Esta energía mecánica en el eje a menudo se transforma adicionalmente en energía eléctrica mediante el uso de un generador aunque también podría usarse para otros fines como por ejemplo el accionamiento directo de una bomba o un compresor. Cuanto mejor sea el enfriamiento del condensador menor será la presión de condensador y, por tanto, más capacidad calorífica del vapor podrá convertirse en energía mecánica en el eje mediante la turbina de vapor.

Por ejemplo el documento US 4.315.404 da a conocer un sistema de enfriamiento para una planta de generación de energía que usa intercambiadores de calor divididos o partidos. Este sistema de alta complejidad usa varios ciclos térmicos diferentes para su estructura de enfriamiento compleja.

Los sistemas de enfriamiento conocidos para el condensador podrían utilizar agua del mar, agua de un lago o agua de río que se bombea a través del lado de medio de enfriamiento de los condensadores. Otros sistemas de enfriamiento conocidos, si no está disponible tal fuente de agua o si tiene una temperatura demasiado alta, son en cambio enfriar el condensador con el aire ambiente, o bien directa o bien indirectamente. En el método directo, se sopla aire a través del lado de medio de enfriamiento de los condensadores. En el método indirecto, todavía se usa agua para el enfriamiento del condensador pero esta agua está en un circuito más o menos cerrado y se enfría mediante el aire del entorno. Principalmente, podrían usarse dos métodos diferentes para el enfriamiento del agua, el método seco o el método húmedo. En ambos métodos se usa a menudo una torre de enfriamiento para el enfriamiento del agua. El método seco se usa a menudo para el enfriamiento del agua. El método seco implica que el aire y el agua nunca entran en contacto físico entre sí porque fluyen a cada lado de un intercambiador de calor. En el método húmedo, el agua y el aire están en contacto físico directo y, por tanto, se absorbe una parte del agua por el aire y desaparece con el aire. En una torre de enfriamiento, el aire fluye desde la parte inferior hasta la parte superior o bien mediante convección libre o bien mediante la ayuda de ventiladores. En el método seco, el intercambiador de calor para el enfriamiento del agua está situado en la torre de enfriamiento mientras que en el método húmedo el agua de enfriamiento se pulveriza en la parte superior de la torre de enfriamiento y el agua se enfría mediante el aire de flujo ascendente a medida que el agua cae a la parte inferior de la torre de enfriamiento. En el método húmedo hay una cubeta en la parte inferior de la torre que recoge el agua de enfriamiento restante que no se ha absorbido por el aire. En esta cubeta habitualmente también se añade agua nueva para sustituir las pérdidas.

Los ciclos de Rankine térmicos solares se usan a menudo en zonas con falta de fuentes de agua de enfriamiento naturales como mar, lagos o ríos. Por tanto, normalmente se usa aire para el enfriamiento del condensador, o bien con el método directo o bien con cualquiera de los métodos indirectos. Esta invención se refiere sólo a métodos indirectos de enfriamiento con aire.

En zonas típicas en las que se usan ciclos de Rankine térmicos solares, el clima es a menudo tal que el aire ambiente es relativamente caliente durante el día y relativamente frío durante la noche. Por tanto, el aire utilizable que rodea la planta tiene una temperatura relativamente alta durante el día, de modo que no es posible enfriar el condensador hasta una temperatura tan baja como durante la noche. Esto da como resultado una mayor presión de condensador durante el día y, por tanto, una eficiencia reducida de la planta. Aunque existen métodos para almacenar calor solar desde el día hasta la noche de modo que pueda hacerse funcionar una planta de energía térmica solar tanto durante el día como durante la noche, el funcionamiento durante el día es el más importante. Esto se debe a que el consumo de potencia es habitualmente máximo durante el día y a que el almacenamiento del calor solar hasta la noche es caro y está asociado con pérdidas térmicas significativas.

Un objetivo de la presente invención es hallar una solución a los problemas indicados anteriormente. En particular, un objetivo de la presente invención es aumentar el efecto de enfriamiento de un sistema de enfriamiento inventivo y, de ese modo, aumentar la eficiencia termodinámica de un ciclo de Rankine térmico solar.

El objetivo anterior se consigue mediante un sistema de enfriamiento con las características de la reivindicación independiente 1. Por ejemplo, se consiguen ventajas adicionales mediante un sistema de enfriamiento según las reivindicaciones dependientes. Además, el presente objetivo se consigue mediante una turbina de vapor según las características de la reivindicación independiente 8 y un método según las características de la reivindicación independiente 9.

Según la presente invención, un sistema de enfriamiento para turbinas de vapor solares comprende al menos un depósito de fluido que está lleno de un fluido de enfriamiento. Tal fluido de enfriamiento puede ser por ejemplo agua o cualquier otro tipo de fluido que en particular esté dotado una capacidad térmica relativamente alta.

Además, un sistema de enfriamiento según la presente invención comprende al menos un condensador con un lado de depósito y un lado de vapor. En particular, el condensador se implementa como intercambiador de calor. El lado de vapor está en conexión térmica con la turbina de vapor solar para crear una baja presión en el escape de la turbina de vapor solar. Por ejemplo, el lado de vapor puede estar en contacto directo con el vapor procedente de la turbina de vapor solar. Además, el depósito de fluido está en comunicación de fluido con el lado de depósito del condensador de manera que el fluido de enfriamiento puede fluir desde el depósito de fluido a través del lado de depósito y entrar de nuevo en el depósito de fluido. En otras palabras, el fluido de enfriamiento puede fluir desde el depósito de fluido a través del lado de depósito y de nuevo al depósito de fluido. Durante su recorrido a lo largo de ese trayecto de flujo, en particular durante el flujo a través del lado de depósito del condensador, puede producirse un intercambio térmico entre el vapor procedente de la turbina de vapor solar y el fluido de enfriamiento. De ese modo, el fluido de enfriamiento se calienta por el vapor procedente de la turbina de vapor solar y el vapor se enfría y condensa mediante lo cual se crea una baja presión en el escape de la turbina de vapor solar.

Para un sistema de enfriamiento inventivo se prevé al menos un dispositivo de enfriamiento, que está configurado para enfriar el fluido de enfriamiento. El dispositivo de enfriamiento comprende un lado de fluido y un lado de enfriamiento, que está en conexión térmica con el entorno del dispositivo de enfriamiento. Además, el depósito de fluido está en comunicación de fluido con el lado de fluido del dispositivo de enfriamiento de manera que el fluido de enfriamiento puede fluir desde el depósito de fluido a través del lado de fluido del dispositivo de enfriamiento para enfriarse y entrar de nuevo en el depósito de fluido. En otras palabras, el fluido de enfriamiento también puede fluir a través del dispositivo de enfriamiento, concretamente a través del lado de fluido de tal dispositivo de enfriamiento. Mientras que fluye a través de tal lado de fluido del dispositivo de enfriamiento, que está en conexión térmica con el lado de enfriamiento y, de ese modo, también en conexión térmica con el entorno del dispositivo de enfriamiento, el fluido de enfriamiento se enfría mediante la utilización del aire que rodea el dispositivo de enfriamiento.

En un sistema de enfriamiento según la presente invención, puede entenderse que el enfriamiento del condensador está separado en dos etapas de tiempo. El enfriamiento primario, concretamente el enfriamiento y la condensación del vapor procedente de la turbina de vapor solar, se produce durante el uso de la turbina de vapor, concretamente durante el día, cuando se produce vapor mediante un sistema solar. El enfriamiento del fluido de enfriamiento, que se calienta durante el enfriamiento primario con el fluido de enfriamiento, puede cambiarse en el tiempo, en particular puede producirse durante la noche, cuando el aire del entorno de todo el sistema, en particular del dispositivo de enfriamiento, se ha enfriado hasta una temperatura ambiente inferior. Tal enfriamiento cambiado del fluido de enfriamiento puede entenderse como enfriamiento secundario. De ese modo, el efecto secundario del fluido de enfriamiento es que puede enfriarse por el aire del entorno mediante el uso del dispositivo de enfriamiento, de manera que, antes de que comience el siguiente periodo de uso de la turbina de vapor solar, se ha enfriado el fluido de enfriamiento y, por tanto, se ha preparado con la baja temperatura necesaria para un enfriamiento aumentado del condensador.

En el caso en el que se usa un almacenamiento de calor solar para prolongar el tiempo de funcionamiento para la turbina de vapor solar a más que durante el día, el dispositivo de enfriamiento puede dimensionarse de manera que simultáneamente y en paralelo puede producir fluido de enfriamiento frío, durante el funcionamiento de noche, tanto para la necesidad inmediata de enfriamiento del condensador como para el enfriamiento del depósito de fluido de enfriamiento.

Mediante el uso de un depósito de fluido con el fluido de enfriamiento según la presente invención, aumenta la complejidad de todo el sistema de enfriamiento, pero de ese modo, se consigue un cambio en el tiempo del enfriamiento con el aire ambiente. Debido a eso, pueden usarse las temperaturas inferiores de la noche en la zona de funcionamiento de la turbina de vapor solar para enfriar el fluido de enfriamiento, mientras que se usa el fluido de enfriamiento en su estado frío para el enfriamiento y la condensación del vapor procedente de la turbina de vapor solar durante el día. Así, dicho de otro modo, la temperatura del aire frío durante la noche puede mantenerse en el fluido de enfriamiento para enfriar el condensador durante el día. Con respecto a una comparación con los sistemas de enfriamiento ya conocidos, con el sistema de enfriamiento según la presente invención puede conseguirse un mejor efecto de enfriamiento y, de ese modo, una mayor eficiencia térmica de la planta térmica solar.

Puede ser ventajoso, que un sistema de enfriamiento según la presente invención esté dotado de al menos una bomba, que está configurada para bombear el fluido de enfriamiento desde el depósito de fluido a través del lado de depósito del condensador y/o desde el depósito de fluido a través del lado de fluido del dispositivo de enfriamiento. En otras palabras, el uso de al menos una bomba, en particular dos bombas, concretamente una bomba para la comunicación de fluido del condensador y una bomba para la comunicación de fluido del dispositivo de enfriamiento proporciona una comunicación de fluido forzada en el trayecto de flujo respectivo. El uso de una bomba crea más libertad de diseño en cuanto a la ubicación explícita del depósito de fluido, debido al hecho de que no debe considerarse ninguna influencia de la gravedad mientras que se construye la ubicación del depósito de fluido con

respecto a la ubicación del condensador y del dispositivo de enfriamiento. Considerando que una bomba de este tipo es un componente crítico para todo el funcionamiento de la planta y los costes considerables asociados con una parada, podría ser ventajoso tener redundancia.

También podría ser ventajoso, que el dispositivo de enfriamiento de un sistema de enfriamiento según la presente invención fuera un intercambiador de calor, el método seco indirecto descrito anteriormente, puesto que minimiza el consumo de agua. Sin embargo, si hay disponible suficiente agua, y el aire del entorno no tiene una humedad relativa demasiado alta, se prefiere el método húmedo indirecto puesto que hace posible enfriar el fluido de enfriamiento hasta una temperatura inferior en comparación con el método seco indirecto.

El propio intercambiador de calor puede implementarse de diferentes maneras. Por ejemplo, es posible que el intercambiador de calor esté configurado para comprender tubos, que están en conexión térmica con el entorno del dispositivo de enfriamiento. El aire del entorno puede pasar a lo largo de las superficies de los tubos y, de ese modo, intercambiar el calor con el fluido de enfriamiento que va a enfriarse dentro de tales tubos. Un dispositivo de enfriamiento de este tipo puede optimizarse proporcionando un flujo forzado del aire del entorno a lo largo de la superficie de los tubos. Por ejemplo, tal flujo forzado puede conseguirse mediante el uso de un sistema de ventilación.

Según una posibilidad de la presente invención, el sistema de enfriamiento puede usar un fluido de enfriamiento en forma de líquido, en particular de líquido que comprende agua. Por ejemplo, el líquido puede ser 100% agua, pero también agua junto con compuestos químicos adicionales, por ejemplo cloruro de sodio o similar. La ventaja del uso de líquido como fluido de enfriamiento es la baja compresibilidad del líquido y, además, la capacidad térmica relativamente alta con respecto al volumen necesario. En particular, el uso de un líquido que comprende agua tiene una correlación muy buena entre el volumen del fluido de enfriamiento y la capacidad térmica.

Según una realización preferida de la presente invención, el sistema de enfriamiento puede estar configurado de manera que el dispositivo de enfriamiento esté en comunicación de fluido con el entorno del dispositivo de enfriamiento y de manera que el gas, en particular aire, que rodea el dispositivo de enfriamiento pueda fluir a través del lado de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento. Mediante el uso de aire que fluye desde el entorno del dispositivo de enfriamiento, puede aumentarse el efecto de enfriamiento durante la noche con un dispositivo de enfriamiento. Las ventajas respectivas ya se han explicado anteriormente con respecto al uso de un intercambiador de calor para un dispositivo de enfriamiento.

También es posible según una realización de la presente invención que el sistema de enfriamiento esté configurado de manera que el depósito de fluido comprenda al menos un primer tanque de fluido y un segundo tanque de fluido. Los tanques de fluido están separados entre sí, estando el primer tanque de fluido, el segundo tanque de fluido, el lado de depósito del condensador y el lado de fluido del dispositivo de enfriamiento en comunicación de fluido. Tal comunicación de fluido está configurada de manera que el fluido de enfriamiento procedente del primer tanque de fluido puede fluir al lado de depósito del condensador y entrar en el segundo tanque de fluido. Además la comunicación de fluido está configurada de manera que el fluido de enfriamiento procedente del segundo tanque de fluido puede fluir a través del lado de fluido del dispositivo de enfriamiento y entrar en el primer tanque de fluido.

En otras palabras, el primer y el segundo tanque de fluido comprenden temperaturas diferentes de fluido de enfriamiento. El primer tanque de fluido puede denominarse tanque frío, mientras que el segundo tanque de fluido puede denominarse tanque caliente. Siguiendo el trayecto de flujo desde el primer tanque de fluido a través del lado de depósito del condensador al interior del segundo tanque de fluido, se enfría y condensa el vapor procedente de la turbina de vapor y, de ese modo, se calienta el fluido de enfriamiento. El fluido de enfriamiento calentado entra en el segundo tanque de fluido y se almacena en el mismo en el estado calentado. Esta dirección del flujo desde el primer tanque de fluido al interior del segundo tanque de fluido también puede denominarse dirección de día del fluido de enfriamiento o efecto de enfriamiento primario. La dirección de noche es al revés, concretamente desde el segundo tanque de fluido, concretamente el tanque caliente, al interior del primer tanque de fluido, concretamente el tanque frío. La parte de flujo desde el segundo tanque de fluido al interior del primer tanque de fluido es a través del lado de fluido del dispositivo de enfriamiento, de manera que el fluido de enfriamiento se enfría mientras sigue ese trayecto de flujo. De ese modo, el fluido de enfriamiento enfriado entra de nuevo en el primer tanque de fluido en un estado frío, de manera que está listo para usarse en el siguiente periodo de día para enfriar y condensar el vapor procedente de la turbina de vapor solar.

Con respecto a una realización de este tipo de la presente invención, los dos tanques también se describen a modo de ejemplo. También es posible que más de dos tanques de fluido puedan estar comprendidos dentro de un depósito de fluido. Los tanques de fluido deben estar separados entre sí con respecto al intercambio de fluido entre los dos tanques de maneras distintas a los trayectos de fluido predefinidos de las comunicaciones de fluido. De ese modo, los tanques de fluido pueden estar previstos dentro de un recipiente de un depósito de fluido. También es posible que los tanques de fluido estén ubicados por separado entre sí sólo conectados por tubos que forman la comunicación de fluido necesaria respectiva para los trayectos de flujo.

También es posible según una realización preferida de la presente invención que el sistema de enfriamiento esté

configurado de manera que para la comunicación de fluido entre el depósito de fluido y el lado de depósito del condensador y entre el depósito de fluido y el lado de fluido del dispositivo de enfriamiento, estén previstos tubos de fluido. Estos son tubos de fluido, que pueden ser tubos rígidos o tubos elásticos o flexibles, que proporcionan la posibilidad de transportar el fluido de enfriamiento a lo largo de la comunicación de fluido, concretamente los trayectos de fluido predefinidos según la presente invención.

Un aspecto adicional de la presente invención es un ciclo de Rankine térmico solar, que incluye una turbina de vapor solar para generar electricidad o potencia mecánica en el eje, a partir de vapor calentado de manera solar. Un ciclo de Rankine térmico solar de este tipo comprende un sistema de enfriamiento con las características de la presente invención. La turbina de vapor solar puede ser, por ejemplo, una turbina con una turbina de baja presión, que se usa como turbina de vapor solar de condensación.

Un aspecto adicional de la presente invención es un método para enfriar y condensar vapor procedente de una turbina de vapor solar, que comprende las siguientes etapas:

- proporcionar un fluido de enfriamiento frío,
- enfriar y condensar el vapor procedente de la turbina de vapor solar usando fluido de enfriamiento frío y, de ese modo, calentar el fluido de enfriamiento mientras que la turbina de vapor solar está funcionando durante el día,
- almacenar el fluido de enfriamiento calentado, y
- enfriar el fluido de enfriamiento calentado con el aire del entorno durante la noche.

Por ejemplo, el método se lleva a cabo mediante un sistema de enfriamiento de la presente invención. Según un método inventivo debe entenderse que el enfriamiento del fluido de enfriamiento se cambia a la noche, de manera que se usa tal parte del día, cuando el aire del entorno tiene la temperatura más baja. El uso de la temperatura más baja da como resultado el efecto de enfriamiento máximo para el enfriamiento del fluido de enfriamiento y, de ese modo, produce la temperatura más baja del fluido de enfriamiento. Debido al hecho de que el fluido de enfriamiento en particular tiene una mayor capacidad térmica que el aire del entorno, la baja temperatura del fluido de enfriamiento puede conservarse o mantenerse desde la noche hasta el día, de manera que durante el día, y, de ese modo, durante el uso de la turbina de vapor solar, se usa la baja temperatura mantenida del fluido de enfriamiento para enfriar el vapor. En otras palabras, la baja temperatura del aire del entorno durante la noche se transfiere en el tiempo para enfriar y condensar el vapor procedente de la turbina de vapor mediante el fluido de enfriamiento. Por tanto, el enfriamiento y la condensación del vapor procedente de la turbina de vapor comprende dos etapas, mientras que el uso del aire frío durante la noche se cambia en el tiempo mediante el uso del fluido de enfriamiento.

Podría ser ventajoso, que el fluido de enfriamiento calentado según un método de la presente invención se almacenara por separado del fluido de enfriamiento frío. Por ejemplo, esto puede producirse dentro de dos tanques de fluido de enfriamiento separados, que son parte de un depósito de fluido. Un método según la presente invención se usa en particular para un sistema de enfriamiento según la presente invención.

A continuación, la presente invención se describirá a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos:

la figura 1 muestra una vista esquemática de una realización de un sistema de enfriamiento,

la figura 2 muestra una realización adicional de un sistema de enfriamiento,

la figura 3 muestra una realización adicional de un sistema de enfriamiento,

la figura 4 muestra un ejemplo para la curva de temperatura de la temperatura de aire ambiente de un sistema de enfriamiento,

la figura 5 muestra una modificación de la figura 1,

la figura 6 muestra una modificación de la figura 2,

la figura 7 muestra una modificación de la figura 3.

En la figura 1, se muestra una vista esquemática de una realización de la presente invención. El sistema de enfriamiento comprende un depósito de fluido que está lleno de fluido de enfriamiento. El fluido de enfriamiento comprende agua, en particular casi un 100% de agua. El fluido de enfriamiento se usa para enfriar y condensar el vapor procedente de una turbina de vapor solar. Para tal efecto de enfriamiento, se proporciona un condensador, que comprende un lado de depósito así como un lado de vapor. El lado de depósito y el lado de vapor están configurados para un intercambio térmico, mientras que el lado de vapor comprende una conexión térmica con el vapor procedente de la turbina de vapor solar.

Además, una bomba 46 está prevista dentro de la parte de comunicación de fluido entre el depósito 20 de fluido y el condensador 40. Tal bomba 46 fuerza al fluido 30 de enfriamiento a seguir el trayecto de flujo a través del lado 42 de depósito del condensador 40. Fluyendo a través del lado 42 de depósito del condensador 40, el fluido de enfriamiento recibe calor del vapor de la turbina 100 de vapor solar y, de ese modo, se calienta. Además, el vapor procedente de la turbina 100 de vapor se enfría y condensa de esta manera. En otras palabras, el fluido 30 de enfriamiento se calienta durante tal periodo de enfriamiento y entra de nuevo en el depósito 20 de fluido en un estado calentado.

La descripción mencionada anteriormente se lleva a cabo durante el día para el enfriamiento y la condensación del vapor procedente de la turbina 100 de vapor solar durante el funcionamiento de la turbina 100 de vapor solar. Debido al hecho de que un sistema solar podría no producir ningún vapor para su uso en una turbina 100 de vapor solar durante la noche, debido a la falta de luz solar, la turbina 100 de vapor solar podría no usarse durante la noche. Sin embargo, con el uso de un almacenamiento de calor solar, es posible hacer funcionar la turbina de vapor solar también durante la noche. Además, durante la noche, el aire del entorno del sistema de enfriamiento tiene una temperatura inferior, de manera que puede usarse el aire de baja temperatura para enfriar el fluido de enfriamiento. Para ello, el sistema 10 de enfriamiento de la presente realización de la figura 1 está dotado de una comunicación de fluido entre un dispositivo 50 de enfriamiento y el depósito 20 de fluido.

Debido al efecto de gravedad y a que el agua fría tiene una densidad superior que el agua caliente, el agua más caliente estará en la parte superior de un depósito 20 y el agua más fría en la parte inferior de dicho depósito 20. Por tanto, el agua de enfriamiento para el condensador 40 se toma de la parte inferior y, de la misma manera, el agua caliente que va a enfriarse, se toma de la parte superior del depósito 20.

El dispositivo 50 de enfriamiento está dotado de un lado 52 de fluido y un lado 54 de enfriamiento. Además, está prevista una bomba 56, que fuerza al fluido 30 de enfriamiento desde el depósito 20 de fluido a través del lado 52 de fluido del dispositivo 50 de enfriamiento. Por ejemplo, un dispositivo 50 de enfriamiento puede implementarse como intercambiador de calor. Dentro del dispositivo 50 de enfriamiento, el fluido 30 de enfriamiento se enfría debido al intercambio térmico con otro fluido, por ejemplo el aire del entorno, en el lado 54 de enfriamiento del dispositivo 50 de enfriamiento. De ese modo, el fluido 30 de enfriamiento enfriado entra de nuevo en el depósito 20 de fluido. El modo de funcionamiento mencionado anteriormente también puede denominarse periodo de funcionamiento nocturno o efecto de enfriamiento secundario y se usa para enfriar el fluido 30 de enfriamiento dentro de un depósito 20 de fluido.

Después del final de la noche, el fluido 30 de enfriamiento dentro del depósito 20 de fluido está preferiblemente cerca de la temperatura más baja del aire ambiente del dispositivo 50 de enfriamiento. De ese modo, el fluido 30 de enfriamiento puede conservar o mantener tal baja temperatura para enfriar y condensar el vapor procedente de la turbina 100 de vapor solar durante el día. En otras palabras, la baja temperatura del aire ambiente de la noche se cambia en el tiempo mediante el uso del fluido 30 de enfriamiento en un sistema 10 de enfriamiento de la presente invención para enfriar el vapor dentro de la turbina 100 de vapor durante el día.

La figura 2 muestra una realización alternativa de la presente invención. Esta realización de un sistema 10 de enfriamiento de la presente invención es relativamente similar a la realización de la figura 1. Por tanto, se designan características idénticas con números de referencia idénticos y a continuación se describirán sólo las diferencias.

Al contrario de la figura 1, el sistema 10 de enfriamiento de la realización de la figura 2 comprende un depósito 20 de fluido con dos tanques 22, 24 de fluido. Los dos tanques 22, 24 de fluido están separados entre sí y sólo están conectados por una comunicación de fluido que comprende un trayecto de flujo desde el primer tanque 22 de fluido a través del lado 42 de depósito del condensador 40 al interior del segundo tanque 24 de fluido. Una comunicación de fluido adicional proporciona un trayecto de fluido desde el segundo tanque 24 de fluido a través del lado 52 de fluido del dispositivo 50 de enfriamiento de vuelta al interior del primer tanque 22 de fluido. En otras palabras, el primer tanque 22 de fluido puede denominarse tanque de fluido frío, mientras que el segundo tanque 24 de fluido puede denominarse tanque de fluido caliente.

La situación que está representada en la figura 2, también puede denominarse situación al inicio del periodo de enfriamiento durante el día. El primer tanque 22 de fluido está relativamente lleno de un fluido 30 de enfriamiento frío, que puede usarse durante el día para enfriar y condensar el vapor procedente de la turbina 100 de vapor solar. Usando el efecto de enfriamiento del fluido 30 de enfriamiento, el fluido se calienta dentro del lado 42 de depósito del condensador 40 y se almacena en un estado calentado dentro del segundo tanque 24 de fluido.

El periodo nocturno, concretamente el enfriamiento del fluido 30 de enfriamiento calentado, puede llevarse a cabo desde el segundo tanque 24 de fluido a través del lado 52 de fluido del dispositivo 50 de enfriamiento de vuelta al interior del primer tanque 22 de fluido. Siguiendo ese trayecto de flujo de la comunicación de fluido, se enfría el fluido 30 de enfriamiento, por ejemplo mediante el uso de aire ambiente con una baja temperatura en el lado 54 de enfriamiento del dispositivo 50 de enfriamiento. En otras palabras, cambia continuamente el nivel del fluido 30 de enfriamiento dentro de los dos tanques 22 y 24 de fluido. Durante el periodo diurno o el denominado efecto de

enfriamiento primario, el fluido 30 de enfriamiento se transporta desde el primer tanque 22 de fluido al interior del segundo tanque 24 de fluido y se calienta de ese modo. En el periodo nocturno o el denominado efecto de enfriamiento secundario, el fluido 30 de enfriamiento se transporta desde el segundo tanque 24 de fluido al interior del primer tanque 22 de fluido y se enfría de ese modo.

5 La figura 3 muestra una alternativa adicional con respecto a la realización de la figura 2. Una vez más, características idénticas se designan con números de referencia idénticos y a continuación se describirán sólo las diferencias.

10 Tal como puede observarse en la figura 3, los dos tanques 22, 24 de fluido no tienen que formar un único recipiente, sino que pueden estar totalmente separados entre sí. En particular, con respecto a la libertad de diseño, el uso de tanques 22, 24 de fluido separados que no están combinados en un único recipiente del depósito 20 de fluido, puede ayudar a construir sistemas 10 de enfriamiento según la presente invención con menos complejidad y menos necesidad de volumen de montaje. Además, tal configuración permite un mejor aislamiento térmico entre los dos tanques 22, 24 de fluido. Esto reduce el riesgo de que el calor se transfiera desde el segundo tanque 24 de fluido, el tanque de fluido caliente, al primer tanque 22 de fluido, el tanque de fluido frío.

20 En la figura 4, se muestra un ejemplo de la curva de una temperatura del aire ambiente alrededor del sistema 10 de enfriamiento. Como los sistemas solares, que comprenden turbinas 100 de vapor solares, se usan habitualmente en zonas del mundo que tienen un gran impacto de influencia solar, por ejemplo zonas desérticas del mundo, resultan diferencias relativamente grandes entre la temperatura del día y de la noche del aire ambiente que rodea el sistema solar. Por ejemplo, la diferencia entre la temperatura máxima durante el día y la temperatura mínima durante la noche puede ser de entre 14° y 20°C.

25 Según la curva en la figura 4, el día puede definirse como el tiempo en el que los sistemas solares producen vapor para la turbina 100 de vapor solar y de ese modo está funcionando la turbina 100 de vapor solar. Si hay un almacenamiento de calor solar, el sistema solar también almacenará calor en el mismo durante el día. Después de que el sol se haya ocultado, el sistema solar ya no podrá producir vapor, a menos que se use un almacenamiento de calor solar, y de ese modo termina el periodo de día de la turbina 100 de vapor solar. Además, el enfriamiento normal o el denominado enfriamiento primario no es necesario después del final del uso de la turbina 100 de vapor solar.

35 Tal como puede observarse en la figura 4, la temperatura del aire ambiente es relativamente fría durante la noche. Debido al hecho de que según un sistema 10 de enfriamiento de la presente invención, el fluido 30 de enfriamiento se enfría con el aire de la noche, se usa la temperatura relativamente baja del aire durante la noche para enfriar el fluido 30 de enfriamiento. Debido al hecho de que el fluido 30 de enfriamiento tiene en particular una capacidad térmica relativamente alta, tal temperatura relativamente fría de la noche se conserva o mantiene mediante el fluido 30 de enfriamiento y puede usarse para enfriar la turbina 100 de vapor solar durante el día a pesar de la temperatura relativamente alta del aire ambiente durante el día.

40 Con referencia a las figuras 5, 6 y 7, se describe un desarrollo adicional de la presente invención. Dicho desarrollo se basa en las realizaciones representadas en las figuras 1, 2 y 3. Por tanto, las mismas características se designan con los mismos símbolos de referencia y no se describirán otra vez.

45 Todos los desarrollos adicionales mencionados tienen en común que el enfriamiento a través del dispositivo 50 de enfriamiento también se produce durante el día. Aunque el efecto de enfriamiento, que se consigue mediante el dispositivo de enfriamiento durante el día, es mucho menor que durante la noche, todavía existe. Por tanto, añadiendo tuberías de comunicación de fluido adicionales, puede proporcionarse la posibilidad de uso diurno del dispositivo de enfriamiento para las realizaciones de las figuras 1, 2 y 3. De ese modo, el fluido 30 de enfriamiento tiene una temperatura al menos ligeramente reducida al final del uso de la turbina de vapor solar al final del día, en comparación con la exclusión del dispositivo de enfriamiento durante el día. Esto da como resultado una eficiencia de enfriamiento adicionalmente mejorada durante la noche, concretamente menos tiempo para enfriar y/o una temperatura final inferior al comienzo del siguiente ciclo de uso de día de la turbina de vapor solar.

55 La figura 5 es un desarrollo de la realización de la figura 1. Durante la noche, la válvula B nocturna está abierta y la válvula A diurna está cerrada. El ciclo de noche es idéntico al descrito anteriormente. Durante el día, la válvula A diurna está abierta y la válvula B nocturna está cerrada. De ese modo, el dispositivo 50 de enfriamiento también puede usarse durante el día con la diferencia de que el fluido 30 de enfriamiento enfriado es relativamente caliente y, por tanto, entra de nuevo en el depósito 20 de fluido en un nivel superior. Esto evita que se mezclen temperaturas diferentes a niveles inferiores dentro del depósito 20 de fluido. En las realizaciones de las figuras 2 y 3 se ha llevado a cabo una modificación idéntica dando como resultado las realizaciones de las figuras 6 y 7. De manera idéntica, el dispositivo 50 de enfriamiento de dichas realizaciones también se usa durante el día y, de ese modo, mejora adicionalmente la eficiencia de enfriamiento de todo el sistema 10 de enfriamiento.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (10) de enfriamiento para ciclos de Rankine térmicos solares que comprende al menos una turbina (100) de vapor solar y al menos un depósito (20) de fluido lleno de un fluido (30) de enfriamiento, al menos un condensador (40) con un lado (42) de depósito y un lado (44) de vapor, que está en conexión térmica con la al menos una turbina (100) de vapor solar para enfriar y condensar el vapor procedente de la al menos una turbina (100) de vapor solar, y en el que el al menos un depósito (20) de fluido está en comunicación de fluido con el lado (42) de depósito del al menos un condensador (40) de manera que el fluido (30) de enfriamiento puede fluir desde el al menos un depósito (20) de fluido a través del lado (42) de depósito y entrar de nuevo en el al menos un depósito (20) de fluido, y al menos un dispositivo (50) de enfriamiento para enfriar el fluido (30) de enfriamiento, comprendiendo el al menos un dispositivo (50) de enfriamiento un lado (52) de fluido y un lado (54) de enfriamiento, en el que el al menos un depósito (20) de fluido está en comunicación de fluido con el lado (52) de fluido del dispositivo (50) de enfriamiento de manera que el fluido (30) de enfriamiento puede fluir desde el al menos un depósito (20) de fluido a través del lado (52) de fluido del dispositivo (50) de enfriamiento para enfriarse y entrar de nuevo en el al menos un depósito (20) de fluido, caracterizado porque el lado (54) de enfriamiento del al menos un dispositivo (50) de enfriamiento está en conexión térmica con el entorno del dispositivo (50) de enfriamiento, y el al menos un dispositivo (50) de enfriamiento está en comunicación de fluido con el entorno del dispositivo (50) de enfriamiento de manera que el gas, en particular aire, que rodea el al menos un dispositivo (50) de enfriamiento puede fluir a través del lado (54) de enfriamiento del al menos un dispositivo (50) de enfriamiento.
2. Sistema (10) de enfriamiento según la reivindicación 1, caracterizado porque está prevista al menos una bomba (46, 56) para bombear el fluido (30) de enfriamiento desde el al menos un depósito (20) de fluido a través del lado (42) de depósito del al menos un condensador (40) y/o desde el al menos un depósito (20) de fluido a través del lado (52) de fluido del al menos un dispositivo (50) de enfriamiento.
3. Sistema (10) de enfriamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el al menos un dispositivo (50) de enfriamiento es un intercambiador de calor.
4. Sistema (10) de enfriamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el fluido (30) de enfriamiento es un líquido, en particular que comprende agua.
5. Sistema (10) de enfriamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el al menos un depósito (20) de fluido comprende al menos un primer tanque (22) de fluido y un segundo tanque (24) de fluido, que están separados entre sí, en el que el primer tanque (22) de fluido, el segundo tanque (24) de fluido, el lado (42) de depósito del al menos un condensador (40) y el lado (52) de fluido del al menos un dispositivo (50) de enfriamiento están en comunicación de fluido de manera que el fluido (30) de enfriamiento procedente del primer tanque (22) de fluido puede fluir a través del lado (42) de depósito del condensador (40) y entrar en el segundo tanque (24) de fluido y en el que el fluido (30) de enfriamiento procedente del segundo tanque (24) de fluido puede fluir a través del lado (52) de fluido del al menos un dispositivo (50) de enfriamiento y entrar en el primer tanque (22) de fluido.
6. Sistema de enfriamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la comunicación de fluido entre el al menos un depósito (20) de fluido y el lado (42) de depósito del al menos un condensador (40) y entre el al menos un depósito (20) de fluido y el lado (52) de fluido del al menos un dispositivo (50) de enfriamiento comprende al menos un tubo de fluido.
7. Turbina (100) de vapor solar para generar electricidad o potencia en el eje para un accionamiento mecánico a partir de vapor calentado de manera solar, que comprende un sistema (10) de enfriamiento con las características según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
8. Método para enfriar y condensar vapor procedente de una turbina (100) de vapor solar que comprende las siguientes etapas:
 - proporcionar un fluido (30) de enfriamiento frío,
 - enfriar y condensar el vapor procedente de la turbina (100) de vapor solar usando el fluido (30) de enfriamiento frío y, de ese modo, calentar el fluido (30) de enfriamiento mientras que la turbina (100) de vapor solar está funcionando durante el día,
 - almacenar el fluido (30) de enfriamiento calentado, y
 - enfriar el fluido (30) de enfriamiento calentado con el aire del entorno mientras que la turbina (100) de vapor solar no está funcionando durante la noche,

- enfriar el fluido (30) de enfriamiento calentado con el aire del entorno para el siguiente funcionamiento de día y, al mismo tiempo, producir agua de enfriamiento para la necesidad inmediata de los condensadores (40) mientras que la turbina (100) de vapor solar está funcionando con vapor procedente de un almacenamiento de calor solar durante la noche,

5 en el que el método se lleva a cabo con un sistema (10) de enfriamiento con las características según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

10 9. Método según la reivindicación 8, caracterizado porque el fluido (30) de enfriamiento calentado se almacena por separado del fluido (30) de enfriamiento frío.

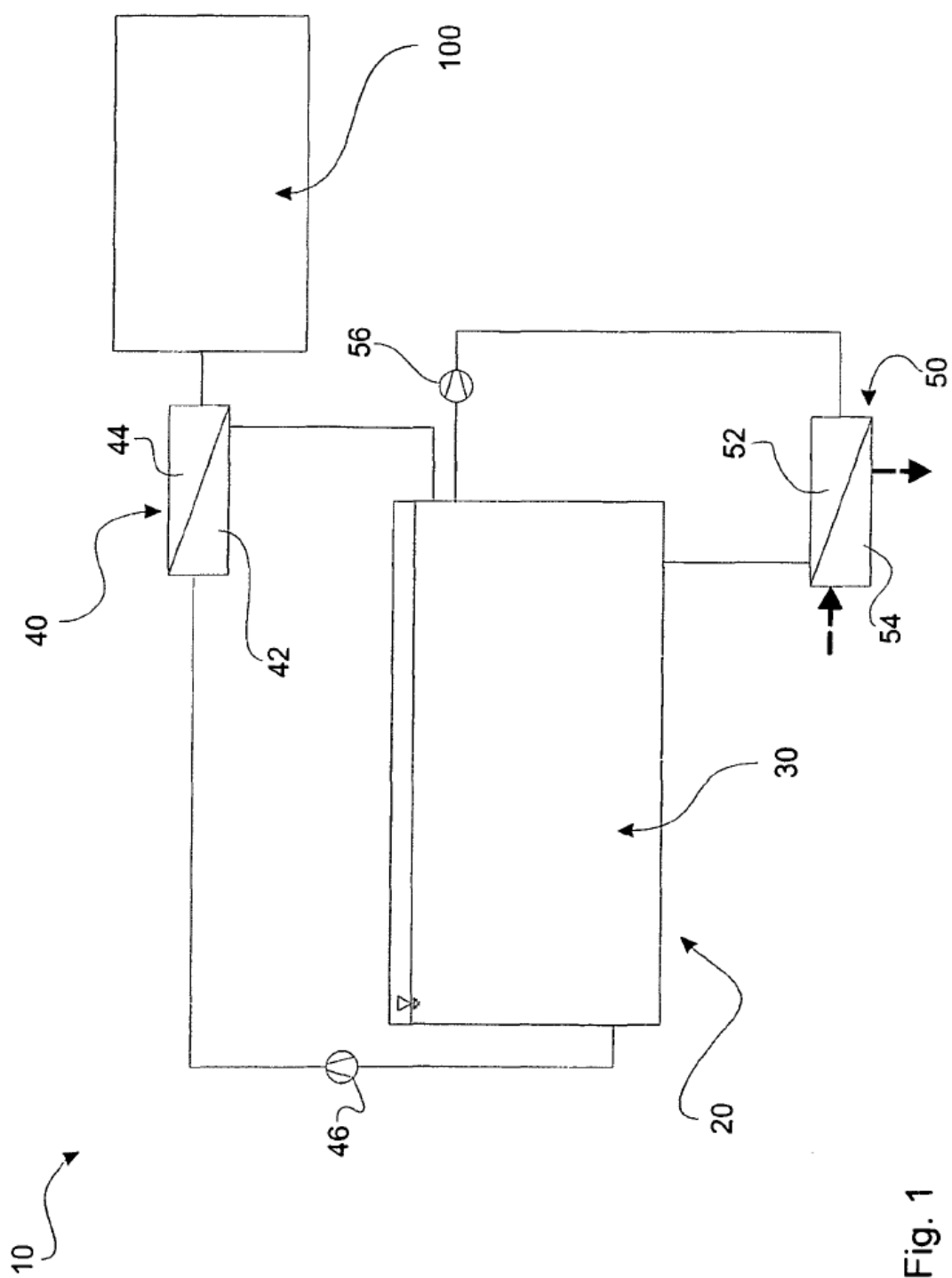


Fig. 1

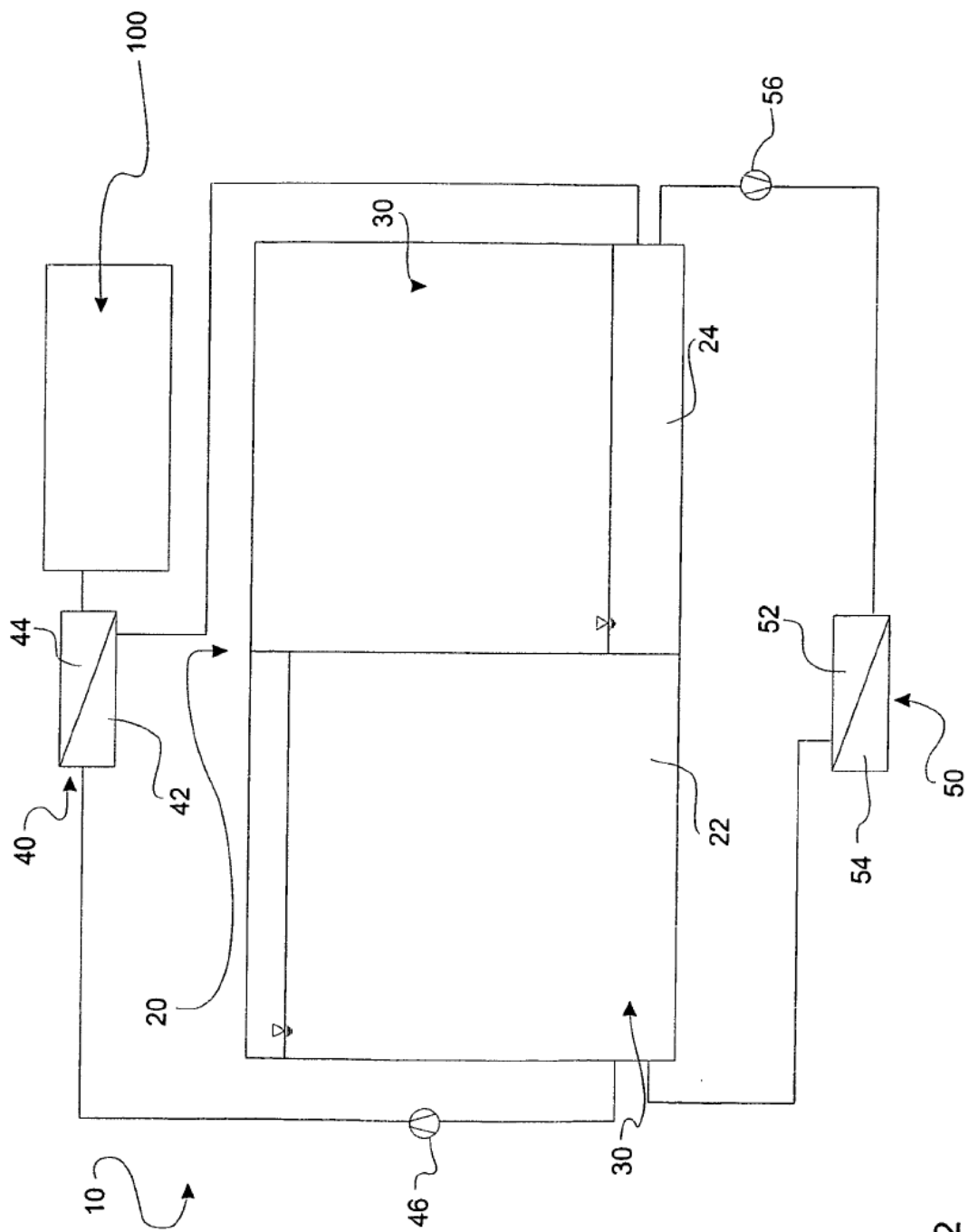


Fig. 2

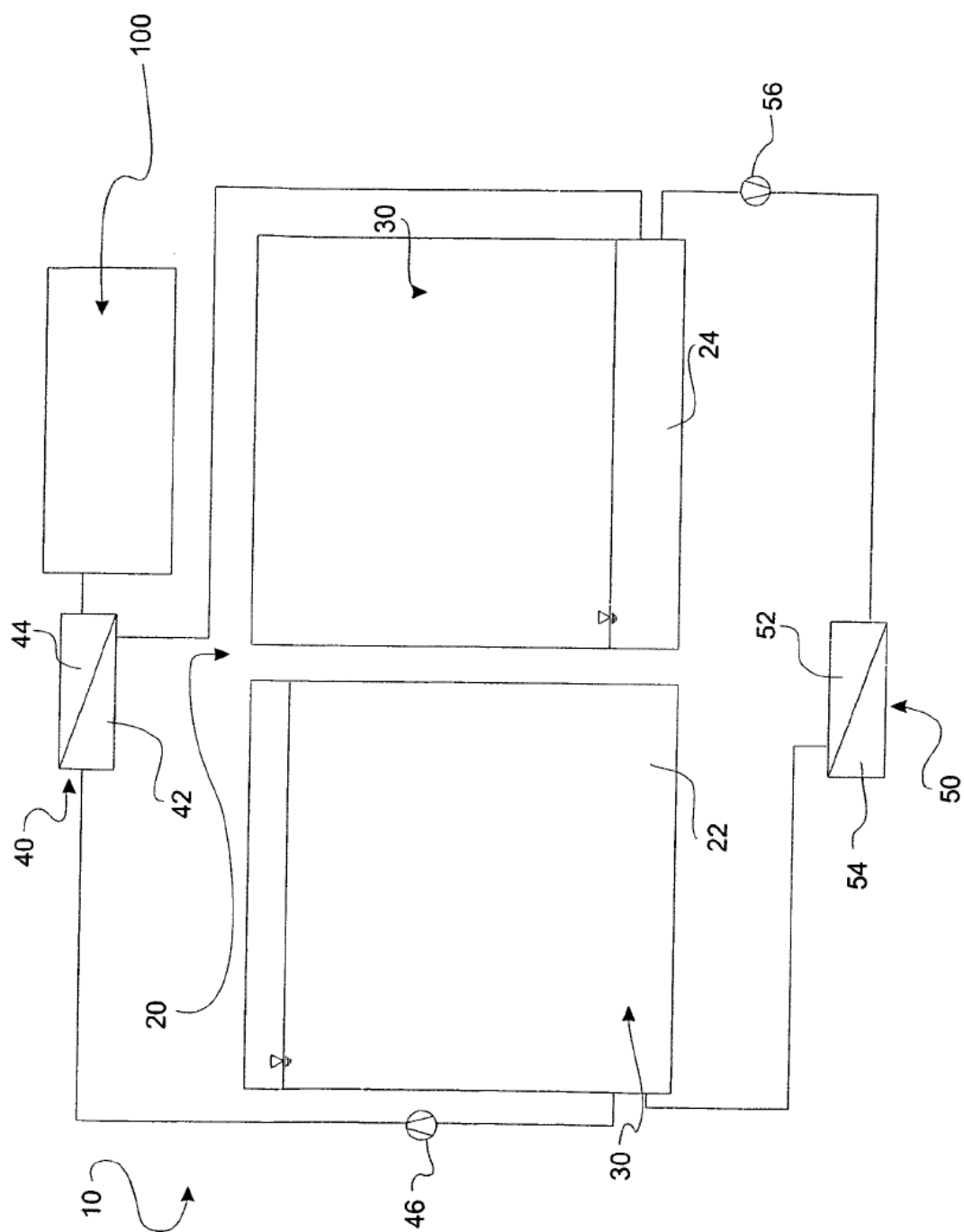


Fig. 3

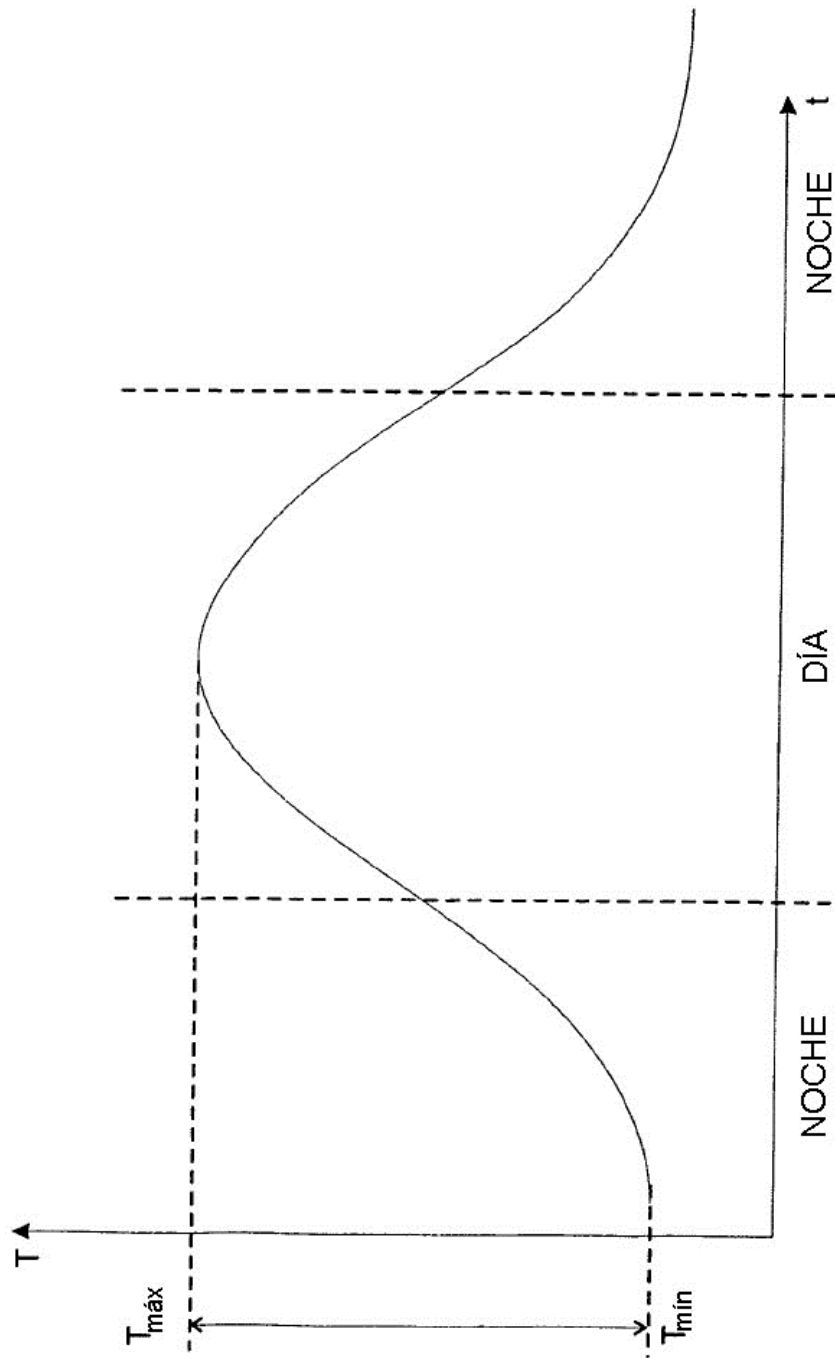


Fig. 4

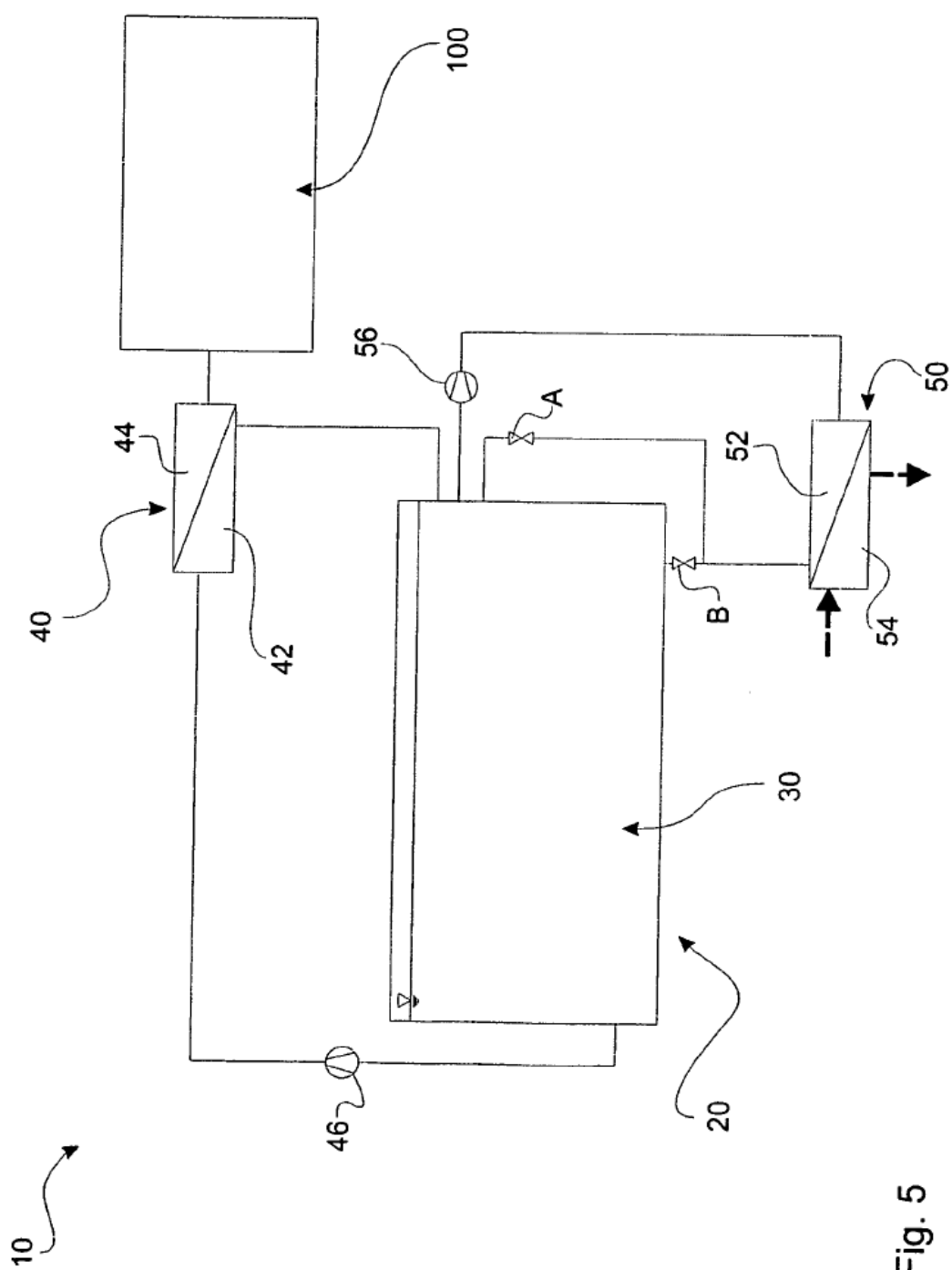


Fig. 5

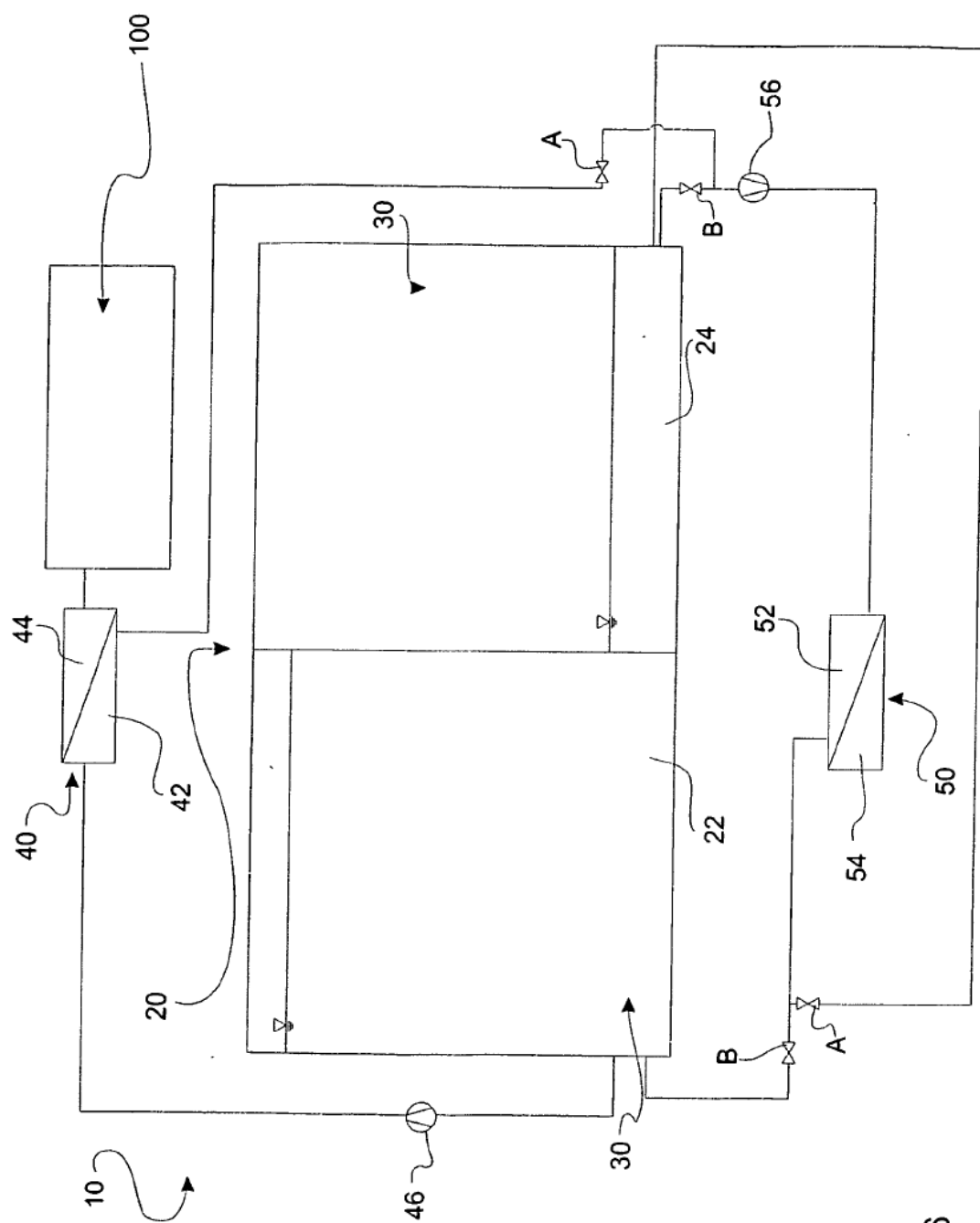


Fig. 6

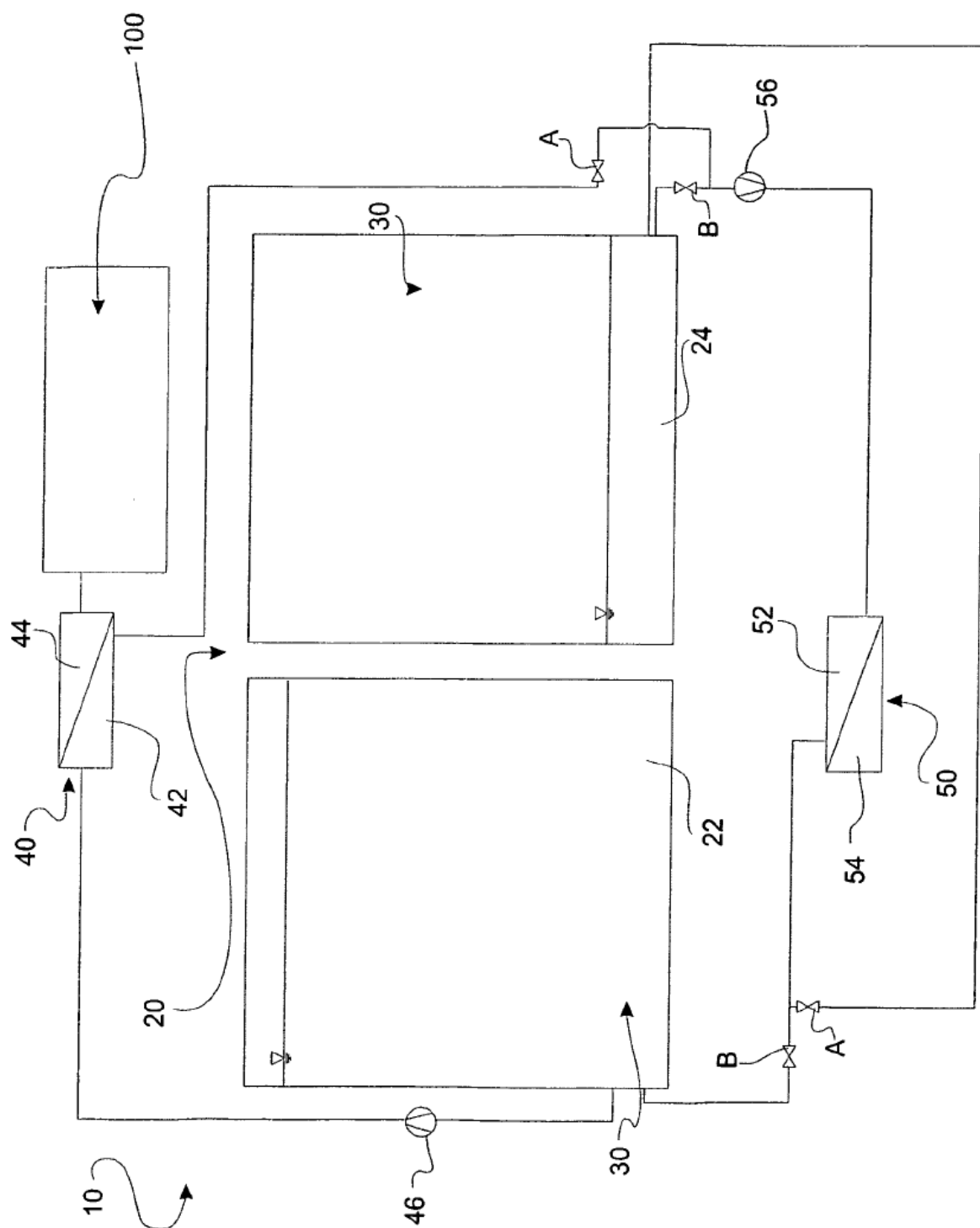


Fig. 7