(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 743 247**

(51) Int. CI.:

F01D 19/02 (2006.01)
F02C 1/04 (2006.01)
F02C 1/05 (2006.01)
F03G 6/00 (2006.01)
F01D 5/08 (2006.01)
F01D 11/24 (2006.01)
F01D 25/26 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2010 E 10000222 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 2351912**

(54) Título: **Turbina con sistema de calefacción, y central de energía solar correspondiente y procedimiento de funcionamiento**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.02.2020

(73) Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Strasse 1
80333 München, DE

(72) Inventor/es:

FREDRIKSSON, MIKAEL;
JOHANSSON, TORBJÖRN;
LARSSON, TOMMY y
MAZUR, OSKAR

(74) Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

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

Turbina con sistema de calefacción, y central de energía solar correspondiente y procedimiento de funcionamiento

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una turbina para convertir energía térmica en trabajo mecánico, a una central solar que comprende al menos una turbina y a un procedimiento para hacer funcionar una turbina para convertir energía térmica en trabajo mecánico.

Antecedentes de la técnica

En general, las turbinas, en particular las turbinas de vapor, para convertir energía térmica en trabajos mecánicos se usan típicamente en centrales térmicas. Las centrales térmicas producen energía térmica mediante la combustión de materiales fósiles, mediante el uso de reactores nucleares o mediante energía solar, por ejemplo. En las centrales térmicas convencionales, la energía térmica se puede producir las 24 horas del día, de modo que las turbinas generadoras de energía no necesitan apagarse en condiciones regulares.

Una turbina que se enfría y está en estado apagado requiere una larga fase de puesta en marcha hasta que se alcancen las condiciones de funcionamiento normales de la turbina. Por ejemplo, la velocidad de rotación de las palas del rotor en la turbina tiene que acelerarse lentamente, de modo que se produzcan condiciones de funcionamiento desfavorables, tal como el aumento de la turbina. El aumento se define como una oscilación automática de la descarga y la presión del caudal de la turbina, que incluye una inversión del flujo.

En los tiempos modernos, es un objetivo producir más y más energía renovable a partir de fuentes de energía ecológicas. Una central ejemplar que produce energía a partir de una fuente de energía ecológica es la central solar. En las centrales solares, la electricidad se genera por medio de la luz solar. Una central solar térmica típica comprende colectores solares, tal como reflectores parabólicos, a fin de concentrar la luz solar en una superficie pequeña para generar calor. Con la energía térmica generada por la luz solar, se calienta un medio de trabajo para una turbina. El medio de trabajo puede ser un fluido, tal como materiales oleosos o agua adecuados, en estado de vapor. El vapor calentado se guía a través de la turbina que convierte la energía térmica en trabajo mecánico, en la que un generador posterior convierte el trabajo mecánico en electricidad.

Las centrales termosolares solo funcionan durante el día cuando brilla el sol. Durante la noche, las centrales termosolares están apagadas y, por tanto, las turbinas también. Durante la noche, las turbinas se enfrían a la temperatura ambiente. Al día siguiente, cuando se vuelve a encender la turbina, es necesaria una larga fase de puesta en marcha hasta que la turbina alcance la temperatura de funcionamiento y, por tanto, una eficiencia adecuada.

La fase de puesta en marcha de las turbinas convencionales para centrales solares puede durar de 1 a 1,5 horas hasta que las turbinas alcancen su estado operativo. Por tanto, el tiempo de trabajo general de las turbinas durante el día se puede reducir de 1 a 1,5 horas, lo que conduce a una falta de productividad y eficiencia de la estación solar en general.

El documento EP0537307 divulga una turbina con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

Es un objetivo de la presente invención reducir la duración de una fase de puesta en marcha de una turbina.

De acuerdo con la invención, se proporciona una turbina para convertir energía térmica en trabajo mecánico de acuerdo con la reivindicación 1. La turbina comprende un sistema de calefacción. El sistema de calefacción está adaptado para calentar la turbina en un estado apagado de la turbina.

De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, se proporciona una central solar que comprende al menos una de las turbinas descritas anteriormente.

De acuerdo con la presente invención, en la reivindicación 9 se proporciona un procedimiento para hacer funcionar una turbina para convertir energía térmica en trabajo mecánico. De acuerdo con el procedimiento, una turbina se calienta con un sistema de calefacción en un estado apagado y/o en una fase de puesta en marcha de la turbina.

La turbina se puede definir como una turbina para convertir la energía térmica en trabajo mecánico. En particular, la turbina puede comprender una turbina de gas o una turbina de vapor.

Mediante la turbina descrita anteriormente para convertir energía térmica en trabajo mecánico, el sistema de calefacción de la turbina calienta la turbina, si la turbina está en un estado apagado. Por tanto, una cierta temperatura

mínima de los componentes de la turbina se puede mantener constante, en particular durante la noche. El sistema de calefacción está adaptado para mantener los componentes de la turbina, en particular el rotor de la turbina, al nivel de temperatura mínimo que se puede definir aproximadamente entre 100 ° y 600 ° Celsius, en particular aproximadamente entre 250 ° y 400 ° Celsius.

Por tanto, incluso cuando las temperaturas ambiente son muy bajas durante la noche, los componentes de la turbina se calientan y se mantienen al nivel de temperatura mínimo. Por tanto, al arrancar la turbina al día siguiente, la diferencia entre la temperatura de los componentes de la turbina en un estado operativo óptimo y la temperatura al nivel mínimo de temperatura, que el sistema de calefacción mantiene constante, es menor que sin el sistema de calefacción. Por tanto, la duración de la fase de puesta en marcha se puede reducir y, por tanto, el estado operativo de la turbina se puede alcanzar antes. Por tanto, la eficiencia general de la central solar se puede mejorar.

Además, un aspecto adicional de mantener el componente de la turbina a un nivel de temperatura mínimo es que la deformación térmica de los componentes de la turbina debido a la diferencia de temperatura entre la temperatura en el estado operativo y el nivel de temperatura mínima se reduce en comparación con la turbina sin el sistema de calefacción. El estrés y la fatiga del material se pueden reducir. Por tanto, la vida útil de la turbina se puede mejorar.

De acuerdo con otro modo de realización ejemplar, el sistema de calefacción comprende un dispositivo de calefacción eléctrica. El dispositivo de calefacción eléctrica puede comprender elementos de calefacción eléctrica, tales como bobinas de calefacción o similares. El dispositivo de calefacción eléctrica puede estar conectado directamente a algunos componentes de turbina predefinidos para transferir energía térmica a la turbina.

De acuerdo con otro modo de realización ejemplar de la presente invención, el sistema de calefacción comprende un dispositivo de calefacción por vapor. El dispositivo de calefacción puede dirigir vapor a las superficies internas del eje, de modo que el calor se desplace en una dirección radial hacia fuera con respecto al eje de la turbina. El vapor calentado puede transferir energía térmica a las superficies internas adyacentes de los componentes de la turbina.

El sistema de calefacción puede comprender además un soplador de aire caliente, en el que el aire calentado puede soplar alrededor de los componentes de la turbina con fines de calefacción. El sistema de calefacción puede comprender además un dispositivo de calefacción para proporcionar aceite caliente, por ejemplo, en un orificio interno del eje, es decir, en las superficies internas del eje.

De acuerdo con otro modo de realización ejemplar, la turbina comprende además un eje con un orificio interno. El sistema de calefacción se puede conectar al orificio interno para calentar el eje, en particular desde el interior. En particular, el sistema de calefacción se puede conectar al orificio interno de tal manera que el sistema de calefacción esté acoplado térmicamente al orificio interno, de modo que la energía térmica se pueda transferir desde el sistema de calefacción al orificio interno. El orificio interno puede estar alineado a lo largo del eje central del eje y en una dirección coaxial del eje. Además, el orificio interno puede comprender una dirección radial con respecto al eje central del eje. Al proporcionar el orificio interno dentro del eje, la energía térmica se transporta al centro de la turbina. Debido a la convección de la energía térmica y debido a que el exterior de la turbina es mucho más frío durante las noches que el calor dentro de la turbina, la energía térmica se mueve desde el eje interno hasta los componentes de la turbina circundante más fríos y finalmente al ambiente de la turbina. Por tanto, la distribución de la energía térmica se puede mejorar, porque comenzando a partir del centro de la turbina, se puede proporcionar una distribución eficiente (convección) de la energía térmica desde el interior de la turbina hacia el exterior de la turbina. Por tanto, se puede proporcionar un calentamiento más eficiente de la turbina.

En el orificio interno del eje, se puede soplar vapor caliente o aire caliente para transferir la energía térmica dentro del eje. Además, el orificio interno puede comprender elementos de calefacción para proporcionar un calentamiento eléctrico. Los elementos de calefacción pueden comprender, por ejemplo, bobinas de calefacción o filamentos calentados, por ejemplo.

De acuerdo con otro modo de realización ejemplar, la turbina comprende además una carcasa, en la que el sistema de calefacción es conectable (térmicamente acoplable) a la carcasa. La superficie externa de la carcasa puede comprender bobinas de calefacción que se pueden montar de forma desmontable en la superficie externa de la carcasa o que se pueden formar integralmente a los componentes de la turbina exterior, por ejemplo, la carcasa de la turbina.

De acuerdo con un modo de realización ejemplar adicional, la turbina comprende además un sistema de aislamiento para aislar la turbina de tal manera que se reduce la velocidad de enfriamiento de la turbina en el estado apagado.

El sistema de aislamiento puede comprender, por ejemplo, esteras aislantes que están unidas a la superficie externa de la turbina para evitar el enfriamiento de la turbina. Además, el sistema de aislamiento puede comprender esteras aislantes calentadas, de modo que las esteras combinadas combinen el sistema de calefacción y el sistema de aislamiento. Las esteras calentadas pueden comprender bobinas de calefacción que pueden calentarse por energía eléctrica, por ejemplo. Por tanto, la superficie externa de la turbina puede estar envuelta al menos parcialmente por las esteras calentadas, de modo que la velocidad de enfriamiento de la turbina se reducirá y una temperatura mínima de componente definida de los componentes de la turbina se pueda mantener constante con menos energía de

calefacción. El sistema de aislamiento puede comprender además materiales aislantes que se pueden formar en la superficie interna o externa de la carcasa de la turbina. La carcasa de la turbina puede comprender, por ejemplo, un revestimiento o laminación que incluya un material de amortiguación con características de amortiguación adecuadas, de modo que la carcasa se puede formar integralmente con el sistema de aislamiento.

De acuerdo con la invención, el sistema de calefacción comprende un dispositivo acumulador de calor. El dispositivo acumulador de calor está adaptado para almacenar energía térmica, en particular durante el día y/o cuando la turbina está funcionando. El dispositivo acumulador de calor está adaptado para transferir energía térmica a la turbina, en particular al sistema de calefacción, durante un estado de apagado y/o una fase de puesta en marcha de la turbina. El dispositivo acumulador de calor puede comprender un almacenamiento de energía térmica de sales fundidas, en el que la energía térmica del sol o del fluido de trabajo caliente funde un volumen de sal cuando la turbina está en un estado operativo. La sal líquida se puede almacenar en un depósito de almacenamiento aislado. Cuando el sistema de calefacción requiere la energía térmica, la sal caliente se usa para transferir la energía térmica al sistema de calefacción. En lugar de sal, también es posible almacenar energía térmica en un acumulador de calor de vapor en el que en un depósito de presión de vapor aislado se almacena vapor a presión. El vapor se genera por ejemplo por el sol o por el fluido de trabajo caliente que se produce durante el estado operativo de la turbina. Además, el dispositivo acumulador de calor térmico puede comprender un material de cambio de fase (PCM) que comprende un alto calor de fusión, de modo que el calor se absorba cuando el material cambie del estado sólido al líquido y viceversa. Además, el dispositivo acumulador de calor puede comprender un acumulador de calor termoquímico, en el que la energía térmica se puede almacenar mediante reacciones químicas reversibles de sustancias químicas.

De acuerdo con un modo de realización ejemplar adicional, el dispositivo acumulador de calor está adaptado para cargarse con energía térmica por una fuente de calor externa. La fuente de calor externa puede ser, por ejemplo, el sol o el suelo calentado (tal como la arena).

La turbina, en particular los componentes específicos de la turbina, tales como los rotores, el eje o los estatores, se mantiene a un nivel de temperatura mínimo (tal como 250-400 ° Celsius), de modo que el tiempo de puesta en marcha pueda disminuir y la tensión para el material de la turbina se reduzca porque se reduzca la diferencia de temperatura entre el estado operativo y el estado apagado también. Por lo tanto, mediante el sistema de calefacción descrito anteriormente, se alcanzan temperaturas de turbina más altas para la puesta en marcha por la mañana de la turbina. Junto con el sistema de calefacción, la turbina se puede aislar mediante un sistema de aislamiento, de modo que, en la puesta en marcha por la mañana de la turbina, los componentes de la turbina se mantienen calientes con un menor consumo de energía con fines de calefacción.

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 de tipo de aparato, mientras que otros modos de realización se han descrito con referencia a las reivindicaciones de tipo de procedimiento. Sin embargo, una persona experta en la técnica obtendrá de la descripción anterior y la siguiente, a menos que se notifique lo contrario además de cualquier combinación de características que pertenezcan a un tipo de materia también cualquier combinación entre características relacionadas con diferentes materias, en particular entre las características de las reivindicaciones de tipo de aparato y las características de las reivindicaciones de tipo de procedimiento se consideran divulgadas con esta solicitud.

Los aspectos definidos anteriormente y los aspectos adicionales de la invención resultan evidentes a partir de los ejemplos de modos de realización que van a describirse a continuación 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.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se especificará un modo de realización ejemplar de la presente invención para una explicación adicional y para una mejor comprensión con referencia al dibujo adjunto:

La figura muestra una vista esquemática de una turbina de acuerdo con un modo de realización ejemplar de la presente invención.

Descripción detallada

La ilustración en el dibujo es esquemática. Cabe destacar en diferentes figuras que se proporcionan elementos similares o idénticos con los mismos signos de referencia.

La Figura ilustra una turbina 100 para convertir energía térmica en trabajo mecánico. La turbina 100 comprende un sistema de calefacción 101. El sistema de calefacción 101 está adaptado para calentar la turbina 100 en un estado apagado de la turbina 100.

La turbina 100 comprende una carcasa 102 que rodea el eje 103. Las palas del rotor están típicamente unidas al eje 103, en el que las palas del estátor están típicamente unidas al alojamiento 102 de la turbina.

La figura ilustra dos localizaciones de conexión ejemplares para el sistema de calefacción 101 con la turbina 100. El sistema de calefacción 101 puede estar unido en un modo de realización ejemplar a la superficie externa del alojamiento 102, de modo que la energía térmica se transfiera desde el exterior al interior de la turbina 100. Desde la carcasa 102, la energía térmica se transfiere a las partes internas de la turbina 100, así como al eje 103.

En un modo de realización ejemplar adicional, el sistema de calefacción 101 se puede conectar adicionalmente o de forma alternativa y/o acoplarse a componentes internos de la turbina 100, tales como el eje 103. Como se muestra en la figura, el sistema de calefacción 101 está acoplado térmica y/o mecánicamente a una sección extrema del eje 103. Dentro del eje 103, se puede proporcionar un orificio interno 105 que se extiende en una dirección axial del eje 103. El orificio interno 105 se extiende a lo largo de la dirección axial del eje 103 y el orificio interno 105 se puede extender a la sección media de la turbina o a lo largo de todo el eje 103 en la turbina 100. La energía térmica se puede transferir por el sistema de calefacción 101 dentro del eje 103. La energía térmica se puede transferir dentro del orificio interno 105, por ejemplo, por aire caliente, vapor caliente o por elementos de calefacción eléctrica 106. Los elementos de calefacción eléctrica 106 se pueden instalar dentro de la superficie interna del orificio interno 105. En un modo de realización ejemplar, los elementos de calefacción 106 pueden comprender bobinas de calefacción que se extiendan a lo largo de la superficie interna del orificio interno 105.

La figura ilustra además un sistema de aislamiento 104 que puede comprender esteras aislantes o materiales aislantes que pueden envolver al menos parcialmente la superficie externa del alojamiento 102. Además, el sistema aislante 104 puede comprender materiales aislantes que se pueden laminar a las superficies externa e interna de los componentes de la turbina, por ejemplo, a la superficie externa y/o interna de la carcasa 102. Por tanto, la transferencia de energía térmica, respectivamente, la transferencia de calor desde el interior de la turbina al ambiente más frío de la turbina se puede reducir mediante el sistema de aislamiento 104.

El sistema aislante 104 también puede comprender partes del sistema de calefacción 101. Por ejemplo, el sistema aislante 104 puede comprender esteras aislantes que pueden estar envueltas alrededor de la superficie externa del alojamiento 102, en el que dentro de las esteras aislantes se pueden instalar elementos de calefacción 106, tales como bobinas de calefacción. Por tanto, el sistema de aislamiento 104 se combina con el sistema de calefacción 101 y por tanto proporciona un mejor aislamiento para evitar el enfriamiento de la turbina 100. Además, se proporciona una posibilidad adicional para mantener la temperatura dentro de la turbina 100 y la temperatura de los componentes de la turbina constante a un nivel de temperatura mínimo.

Se puede acoplar un dispositivo acumulador de calor 107 a las regiones internas de la turbina a fin de extraer una parte del medio de trabajo para almacenar y por tanto almacenar la energía térmica.

Adicionalmente, como puede deducirse de la figura, el dispositivo acumulador de calor 107 se puede conectar al sistema de calefacción 101. El dispositivo acumulador de calor 107 puede almacenar energía térmica que puede tomarse del sol por sí mismo, del fluido de trabajo y/o del suelo calentado. Además, la energía térmica para el dispositivo acumulador de calor 107 se toma de la turbina caliente 100 en un estado operativo. Durante las horas nocturnas, la energía térmica almacenada en el dispositivo acumulador de calor 107 se puede transferir al sistema de calefacción 101 respectivamente a los componentes de la turbina a fin de mantener constante la temperatura mínima de los componentes de la turbina.

Cabe destacar que la palabra “comprender” no excluye otros elementos o etapas 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 limitativos del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina (100) para convertir energía térmica en trabajo mecánico, comprendiendo la turbina (100)

una unidad de calefacción (101),

en la que el sistema de calefacción (101) está adaptado para calentar la turbina (100) en un estado apagado de la turbina (100),

caracterizada por que

el sistema de calefacción (101) comprende un dispositivo acumulador de calor (107), en el que el dispositivo acumulador de calor (107) está adaptado para almacenar energía térmica y para transferir la energía térmica a la turbina (100) durante el estado de apagado y en el que el calor el dispositivo acumulador (107) está adaptado para cargarse con energía térmica por la turbina (100) que está en modo operativo.

2. La turbina (100) de la reivindicación 1,

en la que el sistema de calefacción (101) comprende un dispositivo de calefacción eléctrica.

3. La turbina (100) de la reivindicación 1 o 2,

en la que el sistema de calefacción (101) comprende un dispositivo de calefacción por vapor.

4. La turbina (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además

un eje (103) con un orificio interno (105),

en la que el sistema de calefacción (101) es conectable al orificio interno (105) para calentar el eje (103).

5. La turbina (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además

una carcasa (102),

en la que el sistema de calefacción (101) es conectable a la carcasa (102).

6. La turbina (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además

un sistema de aislamiento (104) para aislar la turbina (100) de tal manera que se reduzca la velocidad de enfriamiento de la turbina (100) en el estado apagado.

7. La turbina (100) de una de las reivindicaciones 1 a 6,

en la que el dispositivo acumulador de calor (107) está adaptado además para cargarse con energía térmica por una fuente de calor externa.

8. Central solar que comprende al menos una turbina (100) de una de las reivindicaciones 1 a 7.

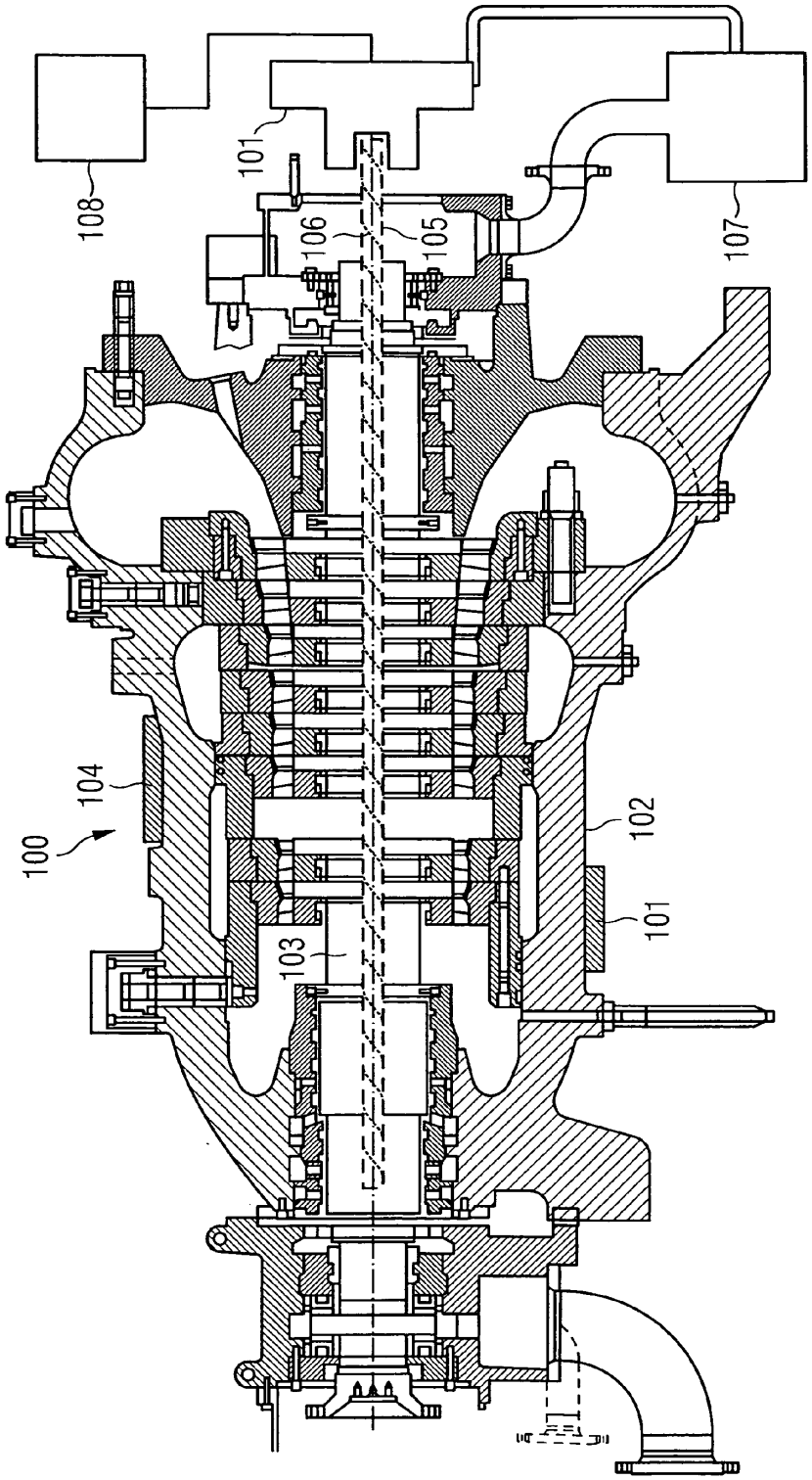
9. Un procedimiento para hacer funcionar una turbina (100) para convertir energía térmica en trabajo mecánico, comprendiendo el procedimiento

calentar la turbina (100) en un estado apagado de la turbina (100) con un sistema de calefacción (101),

almacenar energía térmica en un dispositivo acumulador de calor (107) del sistema de calefacción (101),

en el que el dispositivo acumulador de calor (107) se carga con energía térmica por la turbina (100) que está en un modo operativo, y

transferir la energía térmica a la turbina (100) durante el estado de apagado.


101
108
106
105
107
104
100
102
101
103