

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 357**

51 Int. Cl.:

F01K 13/02 (2006.01)

F01K 7/16 (2006.01)

F01D 19/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.06.2006 PCT/EP2006/063135**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.01.2007 WO07006617**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2006 E 06763662 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 1957759**

54 Título: **Método para la puesta en marcha de una instalación de turbina de vapor**

30 Prioridad:

14.07.2005 EP 05015350

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

30.03.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**GODEBRECHT, EDWIN y
QUINKERTZ, RAINER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 607 357 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

Método para la puesta en marcha de una instalación de turbina de vapor

5 La presente invención hace referencia a un método para la puesta en marcha de una instalación de turbina de vapor que presenta al menos una turbina de vapor y al menos una instalación de generación de vapor para generar vapor que acciona la turbina de vapor, donde la instalación de turbina de vapor presenta al menos un componente de referencia que en un momento de puesta en marcha presenta una temperatura inicial superior a 250°C, donde la temperatura del vapor y del componente de referencia se mide de forma continua, donde al componente de referencia de la instalación de turbina de vapor se aplica vapor desde el momento de la puesta en marcha. El documento USA-353232079 describe por ejemplo un método para la puesta en marcha de una instalación de una central eléctrica de vapor después de una interrupción temporaria del funcionamiento.

10 Para la puesta en marcha de una instalación de turbina de vapor, por lo general, el vapor generado en un generador de vapor de recuperación de calor no es suministrado primero a la parte de la turbina de vapor de una instalación de turbina de vapor, sino que mediante estaciones de desviación es conducido delante de la turbina y es suministrado directamente a un condensador que condensa el vapor formando agua. El condensado es suministrado entonces
15 nuevamente al generador de vapor como agua de alimentación o se libera en la atmósfera, en el caso de que no se encuentre presente una estación de descarga de vapor. La turbina de vapor es conectada sólo cuando se observan determinados parámetros del vapor en los conductos de vapor del circuito de agua - vapor, así como en los conductos de vapor que conducen a la parte de la turbina de la instalación de turbina de vapor, por ejemplo presiones y temperaturas determinadas del vapor. La observancia de dichos parámetros del vapor debe mantener a un nivel
20 reducido tensiones posibles en componentes de paredes gruesas y debe evitar expansiones diferenciales inadmisibles.

25 Cuando una turbina de vapor se expone durante un cierto tiempo a temperaturas de servicio, después de detenciones durante la noche o también después de detenciones de un fin de semana, los componentes de paredes gruesas de la turbina de vapor presentan temperaturas iniciales aún elevadas. Se consideran componentes de paredes gruesas por ejemplo una carcasa de una válvula o una carcasa de turbinas de alta presión, o un árbol de alta presión, así como de presión media. Después de detenciones durante la noche, las cuales duran aproximadamente 8 horas o de detenciones de un fin de semana que duran aproximadamente 48 horas, las temperaturas iniciales se ubican usualmente entre 300° y 500°C.

30 Si a los componentes con paredes gruesas de una instalación de turbina de vapor, después de un arranque en caliente o un arranque en tibio, es decir, después de una detención durante una noche o una detención durante un fin de semana, se aplica el primer vapor disponible proporcionado por el generador de vapor o por la caldera, existe el riesgo de que los componentes de paredes gruesas se enfríen demasiado rápido, ya que por lo general el primer vapor presenta una temperatura comparativamente reducida con respecto al componente de paredes gruesas.

35 Debido a las grandes diferencias de temperatura entre el vapor y los componentes de paredes gruesas pueden producirse tensiones térmicas importantes, las cuales conducen a una fatiga del material y, con ello, a una reducción de la vida útil.

Además, entre el árbol y la carcasa pueden presentarse diferentes expansiones elevadas no admisibles, las cuales pueden conducir a que domine una sobrepresión.

40 Para mantener al mínimo el riesgo de grandes diferencias de temperatura entre el vapor y los componentes de paredes gruesas, las cuales conducen a tensiones térmicas importantes, actualmente, en una instalación de turbina de vapor, las válvulas de control se mantienen cerradas hasta que el generador de vapor o la caldera suministra vapor con una temperatura correspondientemente elevada. Dichas temperaturas se sitúan aproximadamente 50°C por encima de la temperatura inicial de los componentes individuales de paredes gruesas. En este caso se considera una desventaja el tiempo de espera prolongado hasta que la instalación de turbina de vapor se encuentra disponible.

45 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método para la puesta en marcha de una instalación de turbina de vapor de la clase mencionada en la introducción, el cual conduzca a una disponibilidad más rápida de la instalación de turbina de vapor.

50 Dicho objeto se alcanzará a través de un método para la puesta en marcha de una instalación de turbina de vapor que presenta al menos una turbina de vapor y al menos una instalación de generación de vapor para generar vapor que acciona la turbina de vapor, donde la instalación de turbina de vapor presenta al menos un componente de referencia que en un momento de puesta en marcha presenta una temperatura inicial superior a 250°C, donde la temperatura del vapor y del componente de referencia se mide de forma continua, donde al componente de referencia de la instalación de turbina de vapor se aplica vapor desde el momento de la puesta en marcha, la temperatura de puesta en marcha del vapor es menor que la temperatura del componente de referencia y la temperatura del vapor aumenta

- 5 con un gradiente de puesta en marcha y la temperatura de puesta en marcha y el gradiente de puesta en marcha se seleccionan de manera que la variación de la temperatura por unidad de tiempo del componente de referencia se ubica por debajo de un valor límite predeterminado, donde la temperatura de puesta en marcha del vapor es menor que la temperatura del componente de referencia y la temperatura del vapor aumenta con un gradiente de puesta en marcha, y la temperatura de puesta en marcha y el gradiente de puesta en marcha se seleccionan de manera que la variación de la temperatura por unidad de tiempo del componente de referencia se ubica por debajo de un valor límite predeterminado, donde la temperatura del componente de referencia primero es más reducida hasta que se alcanza un mínimo y a continuación se incrementa. En este caso, la variación de temperatura por unidad de tiempo del componente de referencia se ubica en valores superiores o iguales a 5K/min.
- 10 La invención se basa en el conocimiento de que a los componentes de paredes gruesas de una instalación de turbina de vapor, a pesar de las temperaturas iniciales elevadas en comparación con la temperatura del vapor, puede aplicarse vapor cuya temperatura se ubica por debajo de la temperatura inicial de los componentes individuales. Para ello, la temperatura del vapor debe aumentarse con un gradiente suficiente, de manera que la temperatura integral media de los componentes de referencia de paredes gruesas sólo experimenta un enfriamiento mínimo; donde como un
- 15 gradiente debe entenderse una variación, en particular una variación de la temperatura por unidad de tiempo ($^{\circ}\text{K}/\text{min}$). Mientras que un gradiente debe entenderse como una variación, en particular una variación de temperatura por recorrido ($^{\circ}\text{K}/\text{min}$). Gracias a ello pueden excluirse también problemas de expansiones diferenciales. La invención se basa en el conocimiento de que es posible un tiempo de arranque rápido de la instalación de turbina de vapor aun cuando se evita la exigencia de un vapor proveniente del generador de vapor o de la caldera, el cual se ubica
- 20 aproximadamente 50 Kelvin por encima de la temperatura inicial de los componentes de referencia, y se aplica un vapor cuya temperatura se ubica por debajo de la temperatura inicial de los componentes de referencia. No obstante, la temperatura inicial del vapor, después de la aplicación de los componentes de referencia, debe aumentarse con un gradiente de puesta en marcha suficiente y adecuado.
- 25 Un gradiente de puesta en marcha demasiado reducido conduciría a un aumento demasiado reducido de la temperatura del vapor, y debido a ello existe el riesgo de que los componentes de paredes gruesas se enfríen demasiado.
- En una variante ventajosa, la temperatura del componente de referencia se mide en su superficie que está orientada hacia el vapor. Del modo previsto, un componente de referencia se enfría primero en la superficie, y los otros
- 30 componentes situados más en el interior se enfrían comparativamente con mayor lentitud. Esto conduce a una diferencia de temperatura en el grosor de los componentes de referencia, lo cual puede conducir a que se produzcan tensiones térmicas. Por lo tanto, se considera ventajoso que la temperatura del componente se mida directamente en la superficie que se encuentra orientada hacia el vapor.
- En otra variante ventajosa, el método se amplía a este respecto, de manera que otra temperatura se mide en un punto
- 35 del componente de referencia que se encuentra apartado del vapor, donde la temperatura inicial y el gradiente de puesta en marcha se seleccionan de manera que una diferencia de temperatura entre la temperatura en la superficie y la otra temperatura se ubica por debajo de un valor límite de diferencia de temperatura predeterminado.
- La invención se basa en el conocimiento de que precisamente una diferencia de temperatura elevada, entre la
- 40 temperatura de la superficie de un componente de referencia y la temperatura en un sitio contiguo del componente de referencia, es perjudicial. Con la medición de dos temperaturas en un componente de referencia, donde una temperatura se mide en la superficie que se encuentra orientada hacia el vapor y la otra temperatura se mide en un sitio que se encuentra apartado del vapor, existe inmediatamente la posibilidad de detectar la diferencia de temperatura producida, para tomar medidas adecuadas, es decir, eventualmente para adaptar el gradiente de puesta en marcha del vapor.
- 45 En un caso ideal, la otra temperatura se mide en una superficie del componente de referencia que se encuentra situada de forma opuesta a la superficie a la que fue aplicada vapor.
- En otro perfeccionamiento ventajoso, la otra temperatura se mide esencialmente en el medio del grosor del
- 50 componente de referencia. Puesto que los componentes de referencia de paredes gruesas se comportan relativamente con retardo en el caso de un aumento de la temperatura, lo cual significa que el aumento de temperatura tiene lugar con mucha lentitud en la dirección del grosor de la pared, se considera ventajoso que la otra temperatura se mida esencialmente en el centro del componente de referencia. Gracias a ello es posible un control muy temprano del desarrollo de la temperatura de los componentes de referencia con paredes gruesas.
- En otra variante ventajosa, el gradiente de puesta en marcha se selecciona de manera que su valor es mayor o igual a 5K/min. El valor puede ser constante o variable. Gracias a ello es posible poner en marcha una instalación de turbina de vapor con medios relativamente sencillos en cuanto a la técnica del procedimiento.

En otro perfeccionamiento ventajoso de la invención, la temperatura del vapor, después de alcanzar un valor límite de aceptación, se incrementa con un gradiente de guía, donde el valor del gradiente de guía es menor que el valor del gradiente de puesta en marcha. La invención se basa en la teoría de que al componente de referencia se aplica primero un vapor más frío en comparación con la temperatura inicial del componente de referencia. Esto conduce a un enfriamiento de la superficie del componente de referencia que se encuentra orientada hacia el vapor. La temperatura de puesta en marcha del vapor no debe ser demasiado reducida en comparación con la temperatura de puesta en marcha del componente de referencia. El incremento de la temperatura del vapor también debe tener lugar con un gradiente adecuado. Un incremento demasiado lento de la temperatura del vapor conduce a un daño de los componentes de referencia. El componente de referencia con paredes gruesas se enfría primero, hasta que la temperatura del componente de referencia alcanza un mínimo. Después de alcanzar ese mínimo se incrementa la temperatura del componente de referencia. A continuación, la temperatura del vapor aumenta con el gradiente de puesta en marcha hasta un valor límite de aceptación. Después de alcanzar el valor límite de aceptación, la temperatura del vapor se incrementa aún más con un gradiente de guía, donde el valor del gradiente de guía es más reducido que el valor del gradiente de puesta en marcha. Un incremento demasiado rápido de la temperatura del vapor conduciría a que la superficie orientada hacia el vapor se caliente demasiado rápido en comparación con la superficie del componente de referencia que se encuentra apartada del vapor y, debido a ello, conduciría a una diferencia de temperatura demasiado grande entre la superficie que se encuentra orientada al vapor y la superficie que se encuentra apartada del vapor. Esto conduce a daños no deseados del componente de referencia. Seleccionando un gradiente de guía adecuado que debe ser más reducido que el gradiente de puesta en marcha, se impide un desarrollo de una diferencia de temperatura demasiado grande entre el lado orientado hacia el vapor y el lado apartado del vapor.

En otro perfeccionamiento ventajoso, la variación de la temperatura del vapor tiene lugar a través de una inyección de agua externa. Gracias a ello se brinda una posibilidad comparativamente sencilla para influenciar el gradiente del incremento de temperatura.

De manera ventajosa, las temperaturas iniciales de los componentes de referencia se ubican entre 300°C y 450°C. De manera ventajosa, la temperatura de puesta en marcha del vapor se ubica hasta en 150°C por debajo de la temperatura inicial. En un perfeccionamiento ventajoso, el valor del gradiente de puesta en marcha es mayor o igual a 5 Kelvin por minuto, donde en particular se ubica en 13 Kelvin por minuto. De acuerdo con otro perfeccionamiento ventajoso, el valor del gradiente de guía se ubica entre 0 y 15 Kelvin por minuto, donde en particular el valor se ubica en 1 Kelvin por minuto. Los inventores han comprobado que dichos valores son adecuados en la construcción actual de turbinas de vapor para ejecutar el método anteriormente descrito.

Mediante la descripción y las figuras se describen ejemplos de ejecución de la invención. Los componentes provistos de los mismos símbolos de referencia presentan el mismo funcionamiento.

Las figuras muestran:

Figura 1: una representación esquemática de una instalación de turbina de gas y vapor;

Figura 2: una representación gráfica de los aumentos de temperatura;

Figura 3: un desarrollo en el tiempo de la tasa de disponibilidad de la turbina de vapor

La instalación de turbina combinada de gas y vapor, representada esquemáticamente en la figura 1, comprende una instalación de turbina de gas 1a, así como una instalación de turbina de vapor 1b. La instalación de turbina de gas 1a se encuentra equipada con una turbina de gas 2, un compresor 4, así como con al menos una cámara de combustión 6 conectada entre el compresor 4 y la turbina de gas 2. Mediante el compresor 4 se succiona aire fresco L, se comprime, y se suministra a uno o a varios quemadores de la cámara de combustión 6 mediante el conducto para aire fresco 8. El aire suministrado es mezclado con un combustible B gaseoso o líquido suministrado mediante un conducto para combustible 10, y la mezcla es encendida. Los gases residuales que se producen forman el medio de trabajo AM de la instalación de turbina de gas 1a, el cual es suministrado a la turbina de gas 2, donde opera bajo distensión y acciona un árbol 14 acoplado a la turbina de gas 2. El árbol 14, además de con la turbina de gas 2, se encuentra acoplado también con el compresor de aire 4, así como con un generador 12, para accionarlo. El medio de trabajo AM distendido, mediante un conducto para gas residual 34, es descargado en un generador de vapor de recuperación de calor 30 de la instalación de turbina de vapor 1b. En el generador de vapor de recuperación de calor 30, el medio de trabajo emitido desde la turbina de gas 1a con una temperatura de aproximadamente 500° a 600°C es utilizado para generar y para sobrecalentar vapor.

La instalación de turbina de vapor 1b, junto con el generador de vapor de recuperación de calor 30, el cual en particular puede estar realizado como un sistema de paso forzoso, comprende una turbina de vapor 20 con grados de la turbina 20a, 20b, 20c y un condensador 26. El generador de vapor de recuperación de calor 30 y el condensador 26, junto con los conductos para el condensado, así como con conductos para el agua de alimentación 35, 40; así como con

ES 2 607 357 T3

conductos para el vapor 48, 53, 64, 70, 80, 100; conforman un sistema de vapor que, junto con la turbina de vapor, forma un circuito de vapor de agua.

5 El agua proveniente de un recipiente para agua de alimentación 38, mediante una bomba de agua de alimentación 42, es suministrada a un precalentador de alta presión, llamado también economizador, y desde allí es conducido a un evaporador 46 diseñado para un funcionamiento continuo, el cual se encuentra conectado al economizador 44 del lado de salida. A su vez, del lado de salida, mediante un conducto para vapor 48, hacia el cual se encuentra conectado un separador de agua 50, el evaporador 46 se encuentra conectado a un sobrecalentador 52. El sobrecalentador 52, mediante un conducto para vapor 43, se encuentra conectado del lado de salida con la entrada de vapor 54 del grado de alta presión 20a de la turbina de vapor 20.

10 En el grado de alta presión 20a de la turbina de vapor 20, el vapor sobrecalentado por el sobrecalentador 52 acciona la turbina de vapor, antes de que el mismo sea conducido a un sobrecalentador intermedio 58 mediante la salida de vapor 56.

15 Después del sobrecalentamiento en el sobrecalentador intermedio 58, el vapor es conducido mediante otro conducto para vapor 81 hacia la entrada de vapor 50 del grado de presión media 20b de la turbina de vapor, donde éste acciona la turbina.

La salida de vapor 62 del grado de presión media 20b está conectada a la entrada de vapor 66 del grado de baja presión 20c de la turbina de vapor mediante un conducto de retorno 64. Después de atravesar el grado de baja presión 20c y del accionamiento de la turbina, vinculado a ello, el vapor enfriado y distendido, mediante la salida de vapor 68 del grado de baja presión 20c, es emitido hacia el conducto para vapor 70, el cual lo conduce al condensador 26.

20 El condensador 26 transforma el vapor que ingresa en condensado y conduce el condensado hacia el recipiente de agua de alimentación 38, mediante el conducto para condensado 35, a través de una bomba de condensado 36.

25 Junto con los elementos ya mencionados del circuito de agua - vapor, el mismo comprende además un conducto de derivación 100, la así llamada desviación de alta presión que se ramifica desde el conducto para vapor 53 antes de que éste alcance la entrada de vapor 54 del grado de alta presión 20a. La desviación de alta presión 100 rodea el grado de alta presión 20a y desemboca en la línea de alimentación 80 hacia el sobrecalentador intermedio 58. Otro conducto de derivación, la así llamada desviación de presión media 200, se ramifica desde el conducto para vapor 81, antes de que el mismo desemboque en la entrada de vapor 60 del grado de presión media 20b. La desviación de presión media 200 rodea tanto el grado de presión media 20b, como también el grado de presión baja 20c, y desemboca en el conducto para vapor 70 que conduce al condensador 26.

30 En la desviación de alta presión 100 y la desviación de presión media 200 se encuentran incorporadas válvulas de bloqueo 102, 202; con las cuales pueden ser bloqueadas dichas desviaciones. Del mismo modo, en el conducto para vapor 53, así como en el conducto para vapor 81, se encuentran válvulas de bloqueo 104, 204; a saber, respectivamente entre el punto de ramificación del conducto de derivación 100, así como 200, y la entrada de vapor 54 del grado de alta presión 20a, así como entre la entrada de vapor 60 del grado de presión media 20a.

35 Una válvula de bloqueo se encuentra en el conducto de vapor 53, entre el punto de ramificación del conducto de derivación 100 y la entrada de vapor 54 del grado de alta presión 20a de la turbina de vapor 20.

Los conductos de derivación 100 y las válvulas de bloqueo 102, 104 sirven para desviar una parte del vapor, eludiendo la turbina de vapor 2, durante el arranque de la instalación de turbina de gas y vapor 1.

40 Al inicio del procedimiento, la instalación de turbina de vapor 1b se encuentra en un estado enfriado y debe realizarse un arranque en caliente, así como un arranque en tibio. Como un arranque en caliente se entiende generalmente un arranque después de una detención durante una noche, de aproximadamente 8 horas, mientras que por un arranque en tibio se entiende una detención de un fin de semana, de aproximadamente 48 horas. Los componentes de paredes gruesas de la turbina de vapor 1b presentan aún temperaturas iniciales elevadas, de 300° a aproximadamente 500°C. Los componentes de paredes gruesas pueden denominarse también como componentes de referencia. Los
45 componentes de paredes gruesas son este caso por ejemplo la carcasa de la válvula y de alta presión, y árboles de alta presión y de presión media. Sin embargo son posibles también otros componentes de paredes gruesas.

Al menos en un momento de puesta en marcha, el componente de referencia presenta una temperatura inicial superior a 250°C. En otro paso del método, la temperatura del vapor y del componente de referencia se miden de forma continua. A la instalación de turbina de vapor 1b se aplica vapor a partir de un momento de puesta en marcha.

50 La temperatura de puesta en marcha del vapor es más reducida que la temperatura del componente de referencia. A continuación, la temperatura del vapor aumenta con un gradiente de puesta en marcha que puede ser controlado, donde la temperatura de puesta en marcha y el gradiente de puesta en marcha se seleccionan de manera que la

variación de temperatura por unidad de tiempo del componente de referencia se ubica por debajo de un valor límite predeterminado, donde la temperatura del componente de referencia primero es más reducida, hasta que se alcanza un mínimo, y a continuación se incrementa.

5 En la figura 2 se representa el perfil de temperatura del vapor 205 en función del tiempo. Del mismo modo, se representa el perfil de temperatura en una superficie 202 de un componente de paredes gruesas, la cual se encuentra orientada hacia el vapor. En la figura 2 se representa igualmente una temperatura integral media 204 del componente de paredes gruesas.

Como la temperatura integral media 204 se entiende por ejemplo la temperatura que predomina esencialmente en el centro del componente de referencia.

10 Después del momento de puesta en marcha 200, la temperatura del vapor 205 aumenta con un gradiente de puesta en marcha que, tal como se representa en la figura 2, es constante. El gradiente de puesta en marcha constante conduce a un desarrollo lineal de la temperatura hasta un valor límite de aceptación 201. A partir del valor límite de aceptación 201 tiene lugar el incremento de la temperatura del vapor 205 con un gradiente de guía que es menor que el valor del gradiente de puesta en marcha. La temperatura inicial del componente de paredes gruesas presenta un
15 valor superior a 250°C y, en este ejemplo de ejecución, se ubica aproximadamente en 500°C. A través de la aplicación de vapor en el componente de paredes gruesas, cuya temperatura es inferior a la temperatura del componente de paredes gruesas, la temperatura de la superficie del componente de paredes gruesas primero se reduce, hasta alcanzar un valor mínimo 202. Después de ese mínimo 202, aumenta la temperatura del componente de paredes gruesas y aumenta comparativamente con intensidad hasta el momento 206, donde la temperatura del vapor alcanza el valor límite de aceptación y, a continuación, aumenta de forma más moderada con el gradiente de guía. La
20 temperatura del vapor puede influenciarse para ello a través de la inyección de agua.

La temperatura integral media 204 del componente de referencia sigue en principio un perfil como el indicado con el símbolo 203 de la curva del componente de paredes gruesas. Primero, la temperatura desciende hasta alcanzar un valor mínimo 204. A continuación la temperatura aumenta.

25 En la figura 3 puede observarse la disponibilidad, así como el rendimiento, de una instalación de turbina de gas y vapor de acuerdo con la invención. Las curvas representadas con puntos muestran el perfil de una instalación de turbina de gas y vapor tradicional, según el estado del arte. Las líneas continuas muestran el perfil de una instalación de turbina de gas y vapor que fue puesta en marcha con el método de acuerdo con la invención. Sobre el eje X se encuentra
30 marcado el tiempo, y sobre el eje Y la disponibilidad, así como el rendimiento, de la instalación de turbina de vapor, en tantos por ciento. Las curvas 300 y 301 muestran el perfil para una instalación de turbina de gas (CT = Combustion Turbine, turbina de combustión) y las curvas 400 y 401 muestran el perfil para una instalación de turbina de vapor (ST = Steam Turbine, turbina de vapor). Puede observarse que en el caso de una instalación de turbina de gas y vapor tradicional se alcanza una disponibilidad del 30% relativamente pronto, pero una disponibilidad del 100% se alcanza después de un momento t1 que, en el ejemplo seleccionado, se ubica aproximadamente a los 50 minutos. En la
35 instalación de acuerdo con la invención, una disponibilidad de aproximadamente el 30% se alcanza igualmente relativamente pronto, a saber, en un momento t2 que se ubica aproximadamente a los 10 minutos. Una disponibilidad del 100 % se presenta sin embargo ya después de un momento t3 que, en el ejemplo seleccionado, se ubica aproximadamente a los 30 minutos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la puesta en marcha de una instalación de turbina de vapor (1b) que presenta al menos una turbina de vapor (20a, 20b, 20c) y al menos una instalación de generación de vapor (30b, 30, 44, 46, 52, 50) para generar vapor que acciona la turbina de vapor (20a, 20b, 20c), donde la instalación de turbina de vapor (1b) presenta al menos un componente de referencia que en un momento de puesta en marcha presenta una temperatura inicial superior a 250°C, donde la temperatura del vapor y del componente de referencia se mide de forma continua, donde al componente de referencia de la instalación de turbina de vapor (1b) se aplica vapor desde el momento de la puesta en marcha, caracterizado porque la temperatura de puesta en marcha del vapor es menor que la temperatura del componente de referencia y la temperatura del vapor aumenta con un gradiente de puesta en marcha y la temperatura de puesta en marcha y el gradiente de puesta en marcha se seleccionan de manera que la variación de la temperatura por unidad de tiempo del componente de referencia se ubica por debajo de un valor límite predeterminado, donde la temperatura del componente de referencia primero es más reducida hasta que se alcanza un mínimo y a continuación se incrementa.
- 10 2. Método según la reivindicación 1, donde la temperatura del componente de referencia se mide en su superficie que está orientada hacia el vapor.
- 15 3. Método según la reivindicación 2, donde se mide otra temperatura en un punto del componente de referencia que se encuentra apartado del vapor, donde la temperatura de puesta en marcha y el gradiente de puesta en marcha se seleccionan de manera que una diferencia de temperatura entre la temperatura en la superficie y la otra temperatura se ubica por debajo de un valor límite de diferencia de temperatura predeterminado.
- 20 4. Método según la reivindicación 3, donde la otra temperatura se mide en una superficie del componente de referencia que se encuentra situada de forma opuesta a la superficie a la que fue aplicada vapor.
5. Método según la reivindicación 3, donde la otra temperatura se mide esencialmente en el medio del grosor del componente de referencia.
6. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde el gradiente de puesta en marcha es constante.
- 25 7. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde la temperatura del vapor, después de alcanzar un valor límite de aceptación (201), se incrementa con un gradiente de guía, donde el valor del gradiente de guía es menor que el valor del gradiente de puesta en marcha.
8. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde la variación de la temperatura del vapor tiene lugar a través de una inyección de agua externa.
- 30 9. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde las temperaturas iniciales de los componentes se ubican entre 300°C y 400°C.
10. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde la temperatura de puesta en marcha del vapor se ubica hasta en 150 K por debajo de la temperatura inicial.
- 35 11. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde el gradiente de puesta en marcha adopta valores mayores o iguales a 5 K/min, en particular 13 K/min.
12. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde el gradiente de guía adopta valores entre 0 y 15 K/min, en particular 1 K/min.

FIG 1

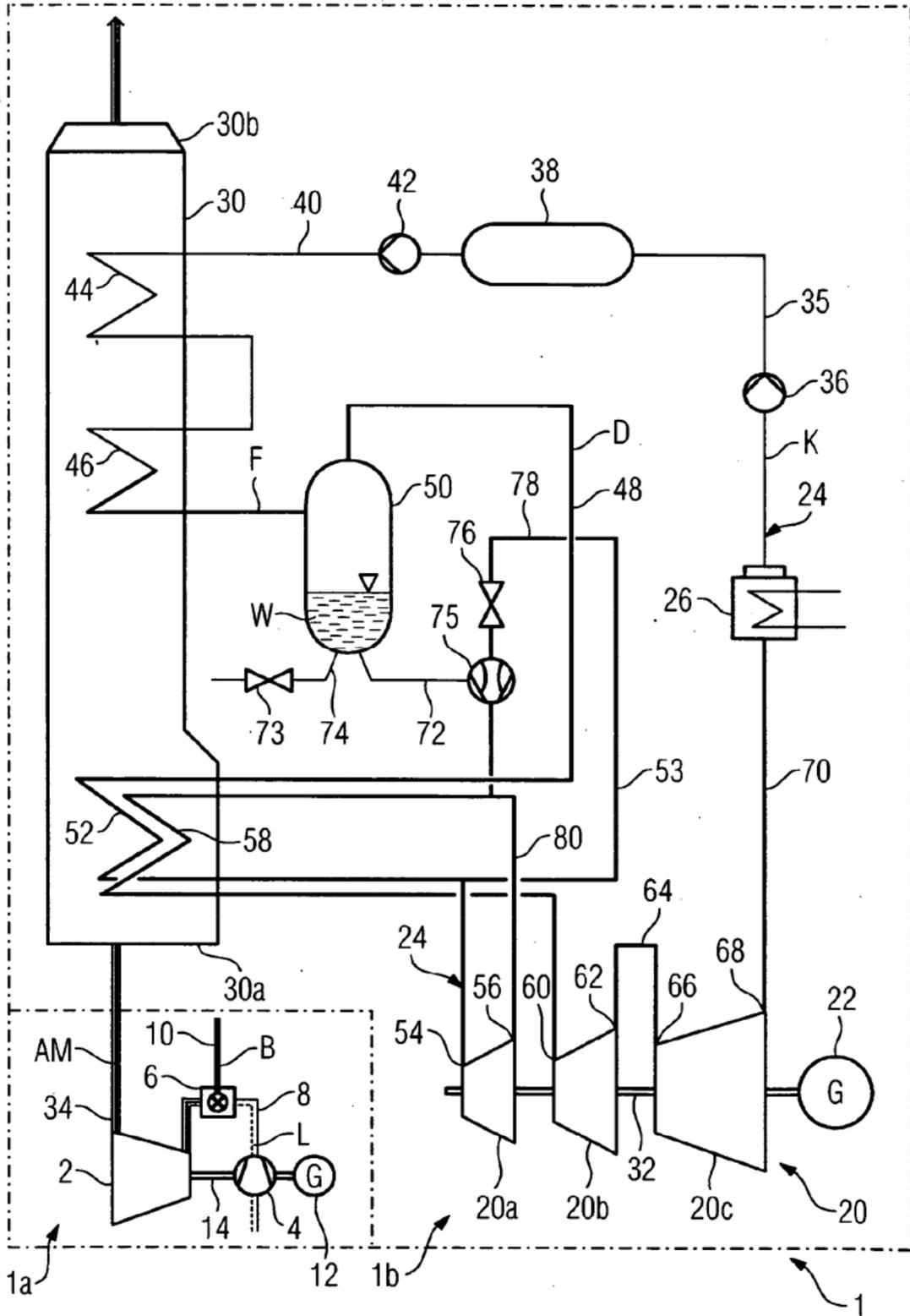


FIG 2

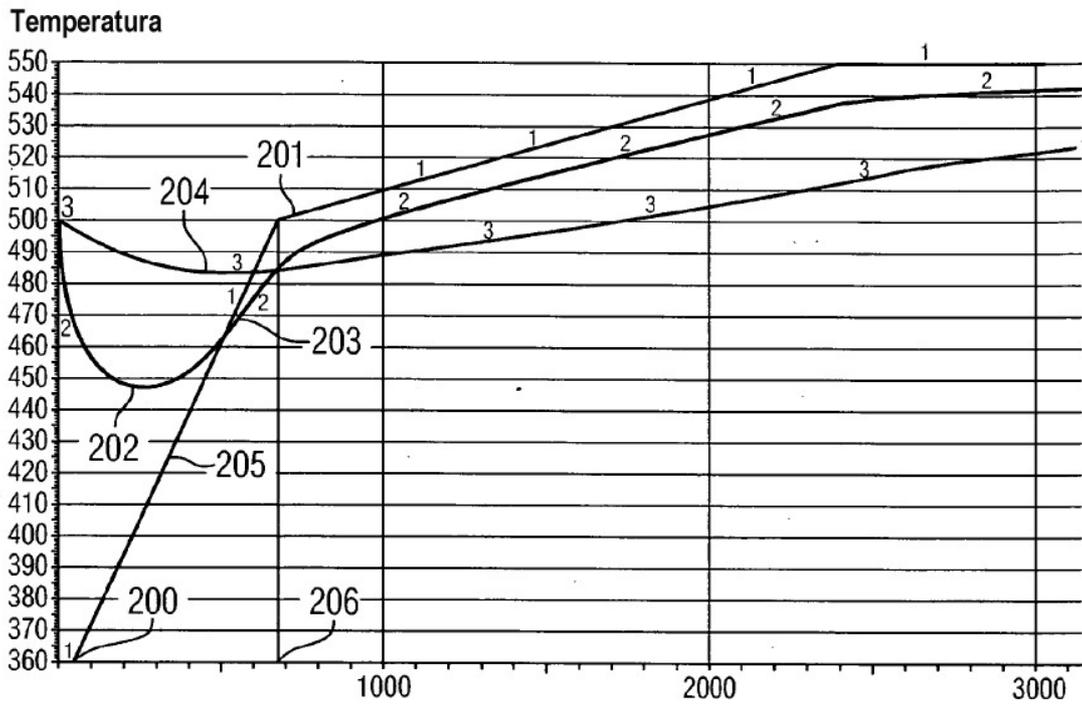


FIG 3

