

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 020 110**

51 Int. Cl.:

F01K 23/10 (2006.01)

F22B 37/00 (2006.01)

F22B 37/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.10.2020** **PCT/EP2020/079678**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.06.2021** **WO21115671**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2020** **E 20804442 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2025** **EP 4045772**

54 Título: **Purga de calderas**

30 Prioridad:

13.12.2019 DE 102019219613

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

22.05.2025

73 Titular/es:

SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG
(100.00%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE

72 Inventor/es:

KEUNE, CHRISTIAN y
BOCK, DETLEF

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 3 020 110 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).

DESCRIPCION

Purga de calderas

La invención se refiere a un procedimiento para purgar un generador de vapor de recuperación de calor de una planta generadora.

- 5 Las turbinas estacionarias de gas y los procedimientos para la operación de las turbinas de gas son conocidos de manera extensa, a partir del estado disponible de la técnica. Las turbinas de gas de construcción moderna, que son usadas para la generación de energía eléctrica, exhiben por regla general un compresor de paso axial, una o varias cámaras de combustión y una unidad de turbinas. Durante la operación se quema un combustible alimentado a la cámara de combustión, con la ayuda del aire del ambiente comprimido mediante el compresor,
- 10 hasta dar un gas caliente que se despresuriza generando trabajo en la unidad de turbinas, en el rotor de la turbina de gas. El rotor impulsa entonces un generador, que transforma la energía mecánica en energía eléctrica con pocas pérdidas, y se alimenta en una red de distribución de corriente.

- Como se sabe, en el mercado de las turbinas de gas, en particular en plantas generadoras para cubrir picos de demanda, los tiempos cortos de inicio de la turbina de gas juegan un papel cada vez mayor, puesto que los
- 15 tiempos de inicio cortos (disponibilidad) son financieramente relevantes para el operador de la planta generadora. El documento EP 2 644 839 A1 divulga un ejemplo de un procedimiento para el inicio rápido de instalaciones de turbinas de gas, según el cual en el inicio de la turbina de gas, antes de alcanzar la velocidad de operación de la turbina de gas, el generador es conectado a la red eléctrica mediante el convertidor de frecuencia, en donde el convertidor de frecuencia es operado de modo que genera una corriente de salida con
- 20 la frecuencia de la red.

Para usar los gases de escape calientes de la turbina de gas, en una instalación de turbinas de gas y de vapor, la turbina de gas está conectada en serie por el lado del gas de escape, con un generador de vapor de recuperación de calor (caldera), cuyas superficies calientes están conectadas al circuito de agua-vapor de una turbina de vapor.

- 25 Para tales instalaciones es típicamente necesario, antes de la ignición de la turbina de gas, ejecutar una denominada purga de caldera, en la cual se lleva la turbina de gas a una denominada velocidad de purga y se le purga con aire fresco, hasta que se asegure que toda la mezcla explosiva de combustible es purgada del generador de vapor de recuperación de calor. El procedimiento de la purga de calderas el denominado también como aireación o aireación previa, sin embargo, el término de la purga (en inglés: *purge*) es apropiado para el
- 30 procedimiento. Para ello existen políticas y especificaciones explícitas. En particular, después de que se desencadenó un tropiezo (no programado o parada de emergencia), antes del siguiente inicio de las turbinas de gas, tienen que purgarse el sistema de gas de escape y el generador de vapor de recuperación de calor. En este contexto, el documento DE 199 59 342 A1 divulga una planta generadora combi y realiza que es común y estipulado por razones técnicas de seguridad, después de una interrupción en la operación del generador de
- 35 vapor de recuperación de calor, purgar con aire la instalación antes de un nuevo inicio. Incluyendo la aceleración y detención, dependiendo del volumen de la caldera, una purga tal de caldera dura aproximadamente 15 minutos. Como para las instalaciones de turbinas de gas puras, también en instalaciones de turbinas de gas y de vapor son financieramente relevantes los tiempos cortos de inicio. El documento US2018/058337 A1 divulga un procedimiento para mejorar el flujo de purga de desconexión en un sistema de
- 40 turbinas de gas.

- Otro aspecto de la invención es ver que, después de una desaceleración de la turbina de gas de carga a velocidad nominal, la temperatura del gas de escape disminuye con un muy elevado gradiente. En caso de que se trate de un tropiezo, antes del siguiente inicio de las turbinas de gas tiene que obligatoriamente ocurrir una purga de calderas. Durante un inicio caliente esto eleva las tensiones en las turbinas de gas y en los
- 45 componentes de pared gruesa del generador de vapor de recuperación de calor, porque para purgar se succiona aire del ambiente comparativamente frío y es soplado tanto por la turbina de gas como también por el generador de vapor de recuperación de calor. Además, la carcasa de la turbina de gas se enfría más rápidamente que el rotor. Esto conduce a brechas pequeñas en la turbina de gas, que pueden resultar en una compensación de juego (*Rubs*). visto en el mediano plazo, la turbina de gas deteriora por ello las propiedades de hermeticidad por el agrandamiento de las brechas y se prevé una pérdida de la eficiencia. Este problema se resuelve mediante la elevación de la brecha en frío de la turbina de gas, pero conduce a deterioro en la eficiencia. Además, el generador de vapor de recuperación de calor diseñado sería más costoso (materiales de mayor valor).
- 50

- Es objetivo de la invención indicar un procedimiento para purgar un generador de vapor de recuperación de calor de una planta generadora.
- 55

La invención logra este objetivo, previendo que un procedimiento tal para purgar un generador de vapor de recuperación de calor de una planta generadora, con una turbina de gas, que comprende un rotor, y con un generador acoplado a la turbina de gas y un convertidor de inicio para convertir una corriente alterna de

cualquier frecuencia en una corriente alterna de frecuencia preestablecida, en donde el convertidor de inicio está conectado con una salida del generador, al cual se aplica la corriente alterna de cualquier frecuencia, durante la detención de la turbina de gas el rotor sea detenido con ayuda del convertidor de inicio a una velocidad de purga de la caldera, y el generador de vapor de recuperación de calor sea purgado adicionalmente hasta que se satisfagan las especificaciones para purgar el generador de vapor de recuperación de calor. Como velocidad de purga de la caldera se entiende el número de revoluciones, con las que se opera la turbina de gas en la operación de purga, es decir que el número de revoluciones es suficientemente alto de modo que en el generador de vapor de recuperación de calor ocurre un intercambio de volumen estipulado por las normas, con lo cual se eliminan de manera segura tanto como es posible los residuos presentes combustible no quemado y así se evita, por ejemplo, una inflamación no deseada. Expresado de otro modo, esto significa para el rotor, que durante la detención de la turbina de gas él gira cada vez más lentamente partiendo de una velocidad nominal, aunque sin estar por debajo de la velocidad de purga de la caldera por una duración preestablecida. En lugar de la purga clásica de calderas, después de un tropiezo y antes de un reinicio es posible usar el volumen de purga durante una detención de la turbina de gas (partiendo de la velocidad nominal), bajo las siguientes premisas:

- Debido a las prescripciones técnicas de seguridad pertinentes, el sistema de combustible comprende igualmente un bloqueo de gas. Este bloqueo de gas comprende dos válvulas, por ejemplo válvulas de bola, que se abren o cierran para un paso de gas. Entre estas dos válvulas está conectada una descarga intermedia o una línea de presión. Este bloqueo de gas está cerrado (pasa después de pocos segundos).

- La turbina de gas opera por encima de la velocidad de purga de la caldera.

- Las tapas de entrada de aire y de chimenea están cerrada.

Preferiblemente, desde que se alcanza una velocidad de purga de la caldera de la turbina de gas, se aumenta y disminuye repetidamente una velocidad de la turbina de gas, aunque sin estar por debajo de la velocidad de purga de la caldera. Esto evita una permanencia prolongada de la turbina de gas en zonas de frecuencias críticas (frecuencias propias).

Preferiblemente, se aumenta y disminuye repetidamente la velocidad de la turbina de gas, por lo menos hasta que se ha alcanzado una duración mínima para un procedimiento de purga. Al respecto, es conveniente cumplir las correspondientes normas (internacionales), como por ejemplo la duración mínima para el procedimiento de purga, que típicamente es de 5 minutos, puesto que para concluir exitosamente la purga es necesario un intercambio determinado de volumen en la caldera (en la norma NFPA85 existe por ejemplo el requerimiento de "por lo menos 5 minutos"). Para asegurar esto, durante la detención de la turbina de gas, el rotor puede ser detenido con ayuda del convertidor de inicio a la velocidad de purga de la caldera, y ser purgado adicionalmente hasta que se satisfagan los requerimientos mencionados anteriormente.

Es conveniente mantener la velocidad de la turbina de gas por encima de la velocidad de purga de la caldera, porque también está regulada para el procedimiento de purga y típicamente es 8% de la velocidad nominal.

Con la invención, ya la desaceleración de la turbina de gas es usada como purga de caldera. Además, el convertidor de inicio es usado durante la detención de la turbina de gas, para configurar la purga de caldera de modo que se satisfagan todos los requerimientos de la norma, en un tiempo tan corto como sea posible. Además, durante el procedimiento con la invención se evita una purga de componentes aún calientes de la turbina de gas y el generador de vapor de recuperación de calor, con aire del ambiente comparativamente frío.

Este procedimiento mejora la disponibilidad de inicio, prolonga la vida útil de los componentes y proporciona a la planta generadora una ventaja de desempeño, mediante brechas de diseño más pequeña o menos incidentes de "fricción" en la turbina de gas.

La invención es ilustrada en más detalle a modo de ejemplo mediante las figuras. Se muestra esquemáticamente y no en escala:

Figura 1: una turbina de gas conectada a una red de suministro eléctrico y

Figura 2: la velocidad de la turbina de gas durante el procedimiento de desaceleración de acuerdo con la invención.

La figura 1 muestra una turbina 1 de gas con compresor 2, cámara 3 de combustión y turbina 4 con rotor 12. En el ejemplo de realización de la figura 1, el compresor 2 y la turbina 4 están dispuestos en un eje 5 común. Así mismo, en el eje 5 está dispuesto un generador 6, que está conectado mediante un convertidor 7 de inicio, con una red 8 de suministro de energía.

La figura 2 muestra esquemáticamente y a modo de ejemplo la velocidad de la turbina de gas, en un tiempo durante la detención de una turbina 1 de gas de acuerdo con el procedimiento de la invención.

- Después de desconectar la combustión, disminuye el número de revoluciones de la turbina 1 de gas, en donde la velocidad de cambio del número de revoluciones disminuye así mismo con el tiempo. Sin una interferencia exterior adicional, en aproximadamente 300s llega a menos de un límite 9 inferior para el número de revoluciones relevante para el procedimiento de purga, que se dibuja en la figura 2 en 8% del número de revoluciones nominal, y desciende adicionalmente (curva con el signo 10 de referencia).
- Un criterio adicional para una purga suficiente es su duración a un número de revoluciones por encima del límite 9 inferior de número de revoluciones. Esta duración está en 5 minutos. Sin embargo, puesto que el comienzo de una purga no es visto de inmediato a $t=0s$, sino un par de segundos después (la figura muestra una suposición más bien conservadora), porque primero tiene que cerrarse un bloqueo de gas en la alimentación de combustible, no se satisfacen las condiciones (intensidad y duración) para una purga exitosa en el punto de tiempo $t=300s$.
- Aquí comienza la invención y detiene la turbina 1 de gas con ayuda del convertidor 7 de inicio, y mantiene el número de revoluciones por encima del límite 9 inferior de número de revoluciones relevante para el procedimiento de purga. La figura 2 muestra para ello una curva 11 para un procedimiento ideal de purga con convertidor 7 de inicio.
- El número de revoluciones de la turbina 1 de gas es mantenido al respecto por encima del límite 9 inferior de número de revoluciones, hasta que se alcanza una duración mínima para la purga. En la figura 2, esta duración mínima es definida por los puntos t_1 y t_2 de tiempo. El área bajo la curva 11 y entre t_1 y t_2 representa el volumen de purga.
- La figura 2 muestra además que el número de revoluciones de la turbina 1 de gas es modulado (por el convertidor 7 de inicio). Esto ocurre para evitar que aumenten las frecuencias propias y dañen la instalación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para purgar un generador de vapor de recuperación de calor de una planta generadora, con una turbina (1) de gas, que comprende un compresor (2), una cámara (3) de combustión así como una turbina (4) con rotor (12), y con un generador (6) acoplado a la turbina (1) de gas y un convertidor (7) de inicio para
5 convertir una corriente alterna de cualquier frecuencia en una corriente alterna de frecuencia preestablecida, en donde el convertidor (7) de inicio está conectado con una salida del generador (6), al cual se aplica la corriente alterna de cualquier frecuencia, caracterizado porque durante la detención de la turbina (1) de gas, el rotor (12) es detenido con ayuda del convertidor (7) de inicio a una velocidad de purga de la caldera, y el
10 generador de vapor de recuperación de calor es purgado adicionalmente hasta que se satisfacen las especificaciones para purgar el generador de vapor de recuperación de calor.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde desde que se alcanza una velocidad de purga de la caldera de la turbina (1) de gas, se aumenta y disminuye repetidamente una velocidad de la turbina de gas.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la velocidad de la turbina de gas es aumentada y disminuida repetidamente, por lo menos hasta que se alcanza una duración mínima para un procedimiento
15 de purga.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la duración mínima es de 5 minutos.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde la velocidad de purga de la caldera es de 8% de una velocidad nominal de la turbina de gas.

DIBUJOS



