



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 318 033**

51 Int. Cl.:  
**F01K 23/06** (2006.01)  
**F02C 3/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **02758324 .4**  
96 Fecha de presentación : **08.07.2002**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1407120**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.04.2004**

54 Título: **Procedimiento de operación de un quemador de una turbina de gas, así como de una central eléctrica.**

30 Prioridad: **19.07.2001 EP 01117470**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.05.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.05.2009**

73 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**80333 München, DE**

72 Inventor/es: **Hannemann, Frank;**  
**Heilos, Andreas;**  
**Huth, Michael y**  
**Köstlin, Berthold**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 318 033 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

Procedimiento de operación de un quemador de una turbina de gas, así como de una central eléctrica.

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento de operación de un quemador de una turbina de gas, en el que se gasifica un combustible fósil en un dispositivo de gasificación y el combustible fósil gasificado se alimenta como gas de síntesis al quemador asignado a la turbina de gas para la combustión. La invención hace además referencia a una central eléctrica, particularmente para la ejecución del procedimiento, con una turbina de gas, a la que se le asigna una cámara de combustión con, al menos, un quemador. Existe un sistema de combustible conectado aguas arriba de la cámara de combustión, que comprende un dispositivo de gasificación para combustibles fósiles y una línea de gas derivada del dispositivo de gasificación (132) y que desemboca en la cámara de combustión.

15 Una instalación de turbina de gas o de vapor con gasificación integrada de combustible fósil comprende habitualmente un dispositivo de gasificación para el combustible, conectado por el lado de la salida con la cámara de combustión de la turbina de gas a través de un número de componentes previstos para la limpieza del gas. A la turbina de gas puede conectársele además aguas abajo, del lado de los gases de escape, un generador de vapor mediante recuperación de calor, cuyas superficies de calentamiento se acoplan en el circuito agua-vapor de una turbina de vapor. Una instalación de este tipo se conoce, por ejemplo, gracias a la GB-A 2 234 984 o a la US 4,697,415.

20 Para la reducción de la emisión de contaminantes durante la combustión del combustible fósil gasificado o del gas de síntesis puede acoplarse un saturador en la línea de gas, en el que el gas de síntesis se carga con vapor de agua durante la operación de la instalación. El combustible gasificado atraviesa para ello el saturador a contracorriente respecto a una corriente de agua, conducida a un circuito de agua diseñado como circuito saturador. Para un rendimiento especialmente alto se prevé además un acoplamiento de calor del circuito agua-vapor de una instalación de turbina de gas y de vapor en el circuito saturador.

25 El combustible gasificado se satura con vapor de agua mediante el contacto en el saturador con la corriente de agua caliente conducida en el circuito saturador y experimenta un calentamiento de extensión limitada. Por motivos pirométricos y también por motivos operacionales puede ser además necesario otro calentamiento del combustible antes de su alimentación a la cámara de combustión de la turbina de gas.

30 En la DE 19 832 293 A1 se describe una instalación de turbina de gas o de vapor con un generador de vapor mediante recuperación de calor conectado aguas abajo de la turbina de gas del lado de los gases de escape. Las superficies de calentamiento del generador de vapor mediante recuperación de calor se montan además en el circuito agua-vapor de una turbina de vapor. Para la gasificación integrada de un combustible fósil para la cámara de combustión de la turbina de gas se conecta un dispositivo de gasificación para combustible aguas arriba de la cámara de combustión a través de una línea de combustible. Para un rendimiento especialmente alto de la instalación se acopla primariamente un intercambiador de calor en la línea de combustible entre el dispositivo de gasificación y el saturador adicionalmente a un dispositivo de mezclado para la mezcla de nitrógeno, acoplado (el intercambiador de calor) secundariamente asimismo en la línea de combustible entre el saturador y la cámara de combustión.

35 De la WO 00/20728 se extrae una instalación de turbina de gas y de vapor similar a la descrita en la DE 19 832 293 A1. La instalación de turbina de gas y de vapor allí descrita debería poder operar también en caso de empleo de aceite como combustible fósil una potencia especialmente alta de la instalación.

40 Para ello se acopla en la WO/20728 primariamente un intercambiador de calor en la línea de combustible, antes de un dispositivo de mezclado para la mezcla de nitrógeno al combustible gasificado, visto en la dirección de flujo del combustible gasificado, que se configura (el intercambiador de calor) secundariamente como evaporador para un medio fluyente. El intercambiador de calor está conectado por el lado del vapor con la cámara de combustión de la turbina de gas.

45 Para garantizar una operación especialmente segura de la instalación de turbina de gas y de vapor, debería poderse parar en todo momento una alimentación del gas de síntesis a la cámara de combustión de la turbina de gas. Para ello se acopla habitualmente una válvula de cierre rápido antes de la cámara de combustión, en la línea de gas. La válvula de cierre rápido bloquea, en caso de necesidad y en un tiempo especialmente breve, la línea de gas, de forma que ningún gas de síntesis pueda llegar a la cámara de combustión asignada a la turbina de gas.

50 El sistema de combustible comprende habitualmente, debido a las instrucciones técnicas de seguridad pertinentes, un cierre para el gas. Un cierre para el gas comprende dos válvulas, por ejemplo, válvulas de bolas, que sirven para la apertura o cierre para un flujo de gas. Entre estas dos válvulas se conecta una descarga intermedia o una tubería de presión. La descarga intermedia puede estar conectada a una antorcha, a través de la cual puede quemarse el gas en exceso. Alternativamente a la descarga intermedia puede conectarse la tubería de presión, que se encarga de que ningún gas pueda entrar a través del cierre a las válvulas de gas. El cierre al gas separa, por consiguiente, el sistema de combustible de manera impermeable al gas en una primera zona o el sistema de gasificación aguas arriba del cierre para el gas y en una segunda zona o el llamado sistema de combustible de turbinas de gas aguas abajo del cierre para el gas.

65 Una instalación de turbina de gas o de vapor con dispositivo de gasificación puede operar tanto con el gas de síntesis, obtenido, por ejemplo, a partir del carbón, residuos industriales o basura, como también con un combustible

## ES 2 318 033 T3

secundario, como por ejemplo, gas natural o aceite. En caso de un cambio de gas de síntesis a combustible secundario o a la inversa, resulta necesario por motivos técnicos de seguridad, enjuagar la zona entre el cierre para el gas y la cámara de combustión, es decir, el sistema de combustible de turbinas de gas, con un medio inerte como nitrógeno o vapor.

5 Para la operación opcional de una instalación de turbina de gas y de vapor con el gas de síntesis de un dispositivo de gasificación o un combustible secundario o sustitutivo, el quemador tiene que diseñarse en la cámara de combustión asignada a la turbina de gas como quemador bi- o multicomcombustible, que puede operar tanto con el gas de síntesis como también con el combustible secundario, por ejemplo, gas natural o aceite combustible, en función de la necesidad. El respectivo combustible se alimenta en este contexto al quemador de la zona de combustión a través de un paso de combustible.

10 Es objetivo de la invención especificar un procedimiento de operación de un quemador de una turbina de gas, con el que pueda alcanzarse un funcionamiento mejorado del gas de síntesis. Otro objetivo de la invención es especificar una central eléctrica, particularmente para la ejecución del procedimiento.

15 El primer objetivo citado se resuelve, conforme a la invención, con un procedimiento de operación de un quemador de una turbina de gas, en el que se gasifica un combustible fósil y el combustible fósil gasificado se alimenta como gas de síntesis al quemador asignado a la turbina de gas para la combustión, dividiéndose el gas de síntesis en una primera corriente parcial y una segunda corriente parcial y alimentándose las corrientes parciales por separado al quemador para la combustión.

20 Además, conforme a la invención, es también absolutamente posible prever más de dos corrientes parciales y alimentarlas, en cada caso, por separado al quemador para la combustión.

25 La presente invención se basa además en la observación de que el rendimiento total de las instalaciones de potencia, por ejemplo, instalaciones de turbina de gas y de vapor con gasificación integrada de un combustible fósil, se vuelve tanto peor, cuanto mayores sean las pérdidas de presión del lado del combustible en el quemador alimentado a presión con el combustible para la combustión. La pérdida de presión se fija en este contexto mediante la resistencia al flujo y/o la conductancia del quemador para el gas combustible apropiado.

30 Cuando un gas atraviesa una línea, entonces la diferencia de presiones resultante de la corriente gaseosa, por ejemplo, del flujo másico del gas, es proporcional. El factor de proporcionalidad se denomina resistencia al flujo. El valor recíproco de la resistencia al flujo se denomina conductancia. Debido a las consideraciones de rendimiento para una central eléctrica citadas anteriormente, existe la necesidad de mantener esta pérdida de presión en el quemador lo más baja posible en el caso expuesto, es decir, por ejemplo, a carga nominal. De ello resulta, sin embargo, que a muy bajo rendimiento de la turbina de gas y/o en marcha en vacío de la turbina de gas se ajuste una pérdida de presión demasiado menor en el quemador, del lado del combustible, y deje de darse una estabilidad suficiente de la combustión frente a las oscilaciones de la llama. Por tanto, la operación eficiente es posible para estos conceptos de instalación, en el modo de gas de síntesis, sólo entre la carga básica y una carga parcial mínima de la turbina de gas dependiente del respectivo caso.

35 Con la presente invención se descubre ahora una vía completamente nueva para hacer operar el quemador de una turbina de gas con gas de síntesis, alimentándose el gas combustible resultante de la gasificación de un combustible fósil, de bajo poder calorífico en comparación con el gas natural, al quemador en, al menos, dos corrientes parciales independientes para la combustión. De este modo se amplía considerablemente el rango del flujo másico de combustible ajustable en el rango admisible de la pérdida de presión del lado del combustible en el quemador, siendo posibles flujos másicos de combustible particularmente menores frente a la operación habitual del quemador. Mediante la división del gas de síntesis en una primera corriente parcial y en una segunda corriente parcial independiente o, alternativamente, en otras corrientes parciales puede alimentarse combustible para la combustión al quemador por puntos espacialmente diferentes correspondientes. Correspondientemente se forman dos o más zonas de combustión, asignadas a una respectiva corriente parcial de gas de síntesis.

40 De este modo se evitan favorablemente las inestabilidades en la combustión debidas a la pérdida de presión del lado del combustible demasiado pequeña en el quemador en funcionamiento del gas de síntesis. Por otra parte, pueden obviarse en el futuro las modificaciones constructivas posiblemente costosas del quemador para el ajuste al funcionamiento del gas de síntesis, particularmente para la prevención de la vibración del quemador y/o de la cámara de combustión. Frente a la operación con sólo un paso de gas de síntesis, con la alimentación a presión del quemador con gas de síntesis en, al menos, dos corrientes parciales puede lograrse generalmente una posibilidad mejorada mediante el ajuste y optimización del modo de operación del quemador. En este contexto, ha resultado ser especialmente ventajoso que la combustión del gas de síntesis en el quemador pueda ajustarse selectivamente muy eficientemente, mediante el ajuste de las corrientes parciales, al modo de operación deseado del quemador, por ejemplo, carga básica o carga parcial o marcha en vacío, y optimizarse. Debido a la posibilidad ampliada de los ajustes operacionales se facilita el ajuste del sistema a las condiciones de contorno modificadas del combustible.

65 Con este nuevo modo de operación es posible un funcionamiento gradual del gas de síntesis. Esto posibilita, por un lado, una pérdida de presión suficientemente pequeña a través del quemador, en el caso de carga total, para flujos másicos correspondientemente apreciables de todas las corrientes parciales, particularmente de la primera y

## ES 2 318 033 T3

de la segunda corriente parcial, y, por otro, también una operación de carga mínima y/o de marcha en vacío de una turbina de gas asignada al quemador en caso de sólo una corriente parcial apreciable de gas de síntesis. La primera corriente parcial o, si fuera necesario, otras corrientes parciales y la segunda corriente parcial puede someterse además más favorablemente a diferentes conductancias, en caso de atravesar independientemente el quemador y entrar a una respectiva zona de combustión, obteniéndose, en un rango predefinido de variación del flujo másico de combustible, un rango de variación de la pérdida de presión en el quemador considerablemente menor que con sólo una corriente de gas de síntesis. De este modo, la pérdida de presión en el quemador en caso de carga básica de la turbina de gas es favorablemente menor, en comparación con la pérdida de presión para una carga mínima, por ejemplo, en marcha en vacío, que en una concepción de entrada del flujo para el mismo diseño de quemador.

En una ordenación preferente se alimentan la primera corriente parcial y la segunda corriente parcial, en cada caso de manera controlada, al quemador. Con esta configuración pueden regularse independientemente las corrientes parciales, ampliándose el rango de operaciones del quemador. Además, puede seleccionarse, por ejemplo, un modo de operación, en el que el flujo másico total del gas de síntesis se mantenga constante, coordinándose la primera corriente parcial y la segunda corriente parcial teniendo en cuenta el rendimiento de combustión a alcanzar y una operación estable.

Preferentemente se añade gas natural o vapor a, al menos, una de las corrientes parciales para la modificación del poder calorífico. En función de los requisitos puede elevarse y/o reducirse además el poder calorífico de una corriente parcial mediante la adición de gas natural o vapor. Más favorablemente pueden inertizarse ambas corrientes parciales, independientemente una de otra, mediante alimentación a presión con vapor u otro medio inertizante, como por ejemplo, nitrógeno. El poder calorífico puede ajustarse, por tanto, para ambas corrientes parciales de gas de síntesis, el poder calorífico de las corrientes parciales puede ajustarse particularmente diferente, pudiendo alcanzarse en la respectiva zona de combustión una transferencia de calor correspondientemente diferente mediante la combustión. De este modo hay disponible, más favorablemente, otro grado de libertad, o sea, el poder calorífico, pudiendo este ajustarse para cada una de las corrientes parciales de gas de síntesis individualmente en función de los requisitos.

Las corrientes parciales se ajustan preferentemente en función de la potencia a producir por la turbina de gas. En el procedimiento de operación de un quemador de una turbina de gas con el gas de síntesis se ha mostrado especialmente favorablemente la regulación de las corrientes parciales, es decir, particularmente del tamaño respectivo del flujo másico del gas o de su respectivo poder calorífico específico, en función de la potencia a producir por la turbina de gas. En este contexto puede predefinirse, por ejemplo, la potencia de la turbina de gas a un valor teórico común para todos los pasos de combustible y reajustarse independientemente las corrientes de gas conforme al valor teórico para cada paso en un ciclo regulador conectado aguas abajo, en función de los requisitos descritos anteriormente, por ejemplo, en un ciclo regulador cerrado.

Una de las corrientes parciales es preferentemente cero durante una operación a carga mínima o en marcha en vacío de la turbina de gas. Este modo de operación puede realizarse ya, por tanto, alimentando una corriente parcial de gas de síntesis al quemador. Para ello se selecciona más favorablemente aquella de las corrientes parciales para la operación de carga mínima o de marcha en vacío de la turbina de gas que, teniendo en cuenta una pérdida mínima de presión necesaria para ello, puede alcanzar una resistencia apropiada al flujo al atravesar el quemador hacia la zona de combustión. En el caso de una considerable resistencia al flujo puede evitarse también, para un bajo flujo másico de la corriente parcial seleccionada de gas de síntesis, una inestabilidad en la combustión, por ejemplo, debido a un pequeño gradiente de presión a lo largo del quemador.

El objetivo orientado a una central eléctrica se resuelve conforme a la invención con una central eléctrica, particularmente para la ejecución del procedimiento descrito anteriormente, con una turbina de gas, a la que se asigna una cámara de combustión con, al menos, un quemador, y con sistema de combustible un conectado aguas arriba de la cámara de combustión, que comprende un dispositivo de gasificación para combustibles fósiles y una línea de gas derivada del dispositivo de gasificación y que desemboca en la cámara de combustión, bifurcándose otra línea de gas aguas arriba de la cámara de combustión de la línea de gas, y conectándose la línea de gas a un primer paso de combustible del quemador y la otra línea de gas a un segundo paso de combustible del quemador reotécnicamente independiente del primer paso de combustible.

Además, un segundo paso de combustible ya existente en el quemador, diseñado habitualmente como paso para gas natural con alto poder calorífico de típicamente 40.000 kJ/kg, puede emplearse adicionalmente desde ahora más favorablemente como segundo paso para gas de síntesis, dispuesto reotécnicamente respecto al primer paso de combustible. Por tanto, el quemador de la central eléctrica presenta dos pasos de combustible para gas de síntesis, proporcionado en el dispositivo de gasificación mediante gasificación del combustible fósil y que puede alimentarse por separado a través la línea de gas y de la otra línea de gas al paso de combustible allí conectado en cada caso. La conductancia para el gas de síntesis puede ser además diferente para el primer paso de combustible y el segundo paso de combustible, lográndose con una alimentación a presión selectiva de los pasos de combustible con una respectiva corriente parcial de gas de síntesis una alimentación gradual, particularmente en dos etapas, del combustible. La central eléctrica se concibe de este modo especialmente para la combustión de gases combustibles de bajo poder calorífico, por ejemplo, de la gasificación de carbón como combustible fósil. Mediante la alimentación gradual del gas de síntesis se amplía más favorablemente el rango del flujo másico de combustible ajustable en el rango admisible de la pérdida de presión del lado del combustible en el quemador, en funcionamiento del gas de síntesis, y así puede minimizarse o, al menos, reducirse considerablemente la pérdida de presión en el quemador en la operación a carga total.

## ES 2 318 033 T3

En una ordenación preferente se prevé una válvula de control, en cada caso, en la línea de gas y en la otra línea de gas, a través de la cual puede regularse, en cada caso, el flujo de combustible en los pasos de combustible asignados. Las líneas de gas con las válvulas de control para el gas de síntesis se acoplan en este contexto paralelamente, de forma que cada válvula regule la respectiva corriente parcial hacia el paso de combustible asignado a ella.

5

En la línea de gas se acopla preferentemente un cierre para el gas, que se dispone aguas arriba del punto de derivación de la otra línea de gas de la línea de gas.

De este modo se garantiza, por una parte, la función del cierre para el gas y, por otra, se obtiene una reducción del número de válvulas de cierre y de control. Aguas arriba del punto de derivación de la otra línea de gas de la línea de gas se prevé en la línea de gas más favorablemente una válvula de cierre rápido y/o de cierre estanco.

10

La central eléctrica con dispositivo de gasificación puede operar tanto con el gas de síntesis, obtenido, por ejemplo, a partir del carbón o aceite residual, como también con un combustible secundario, como por ejemplo, gas natural. Para un cambio de gas de síntesis a combustible secundario o a la inversa es necesario, por motivos técnicos de seguridad, enjuagar la zona entre el cierre para el gas y la cámara de combustión, es decir, el sistema de combustible de turbinas de gas, con un medio inerte como nitrógeno o vapor. Este requisito puede lograrse en la central eléctrica, por ejemplo, por el hecho de que el cierre para el gas acoplado en la línea de gas, dispuesto aguas arriba de la cámara de combustión, comprende una válvula de cierre rápido, un sistema de descarga de presión o de sobrepresión y un cierre para la válvula de cierre del gas. De este modo se garantiza de manera especialmente eficaz, en caso de un cambio del gas alimentado al quemador de la turbina de gas, una expulsión del gas de síntesis o del combustible secundario, así como, si fuera necesario, del gas de humo, del sistema de combustible, ya que el volumen a enjuagar es comparativamente pequeño. Para un pequeño volumen a enjuagar, ha resultado ser suficiente, aparte de esto, un enjuague en únicamente una dirección a través de ambos pasos de combustible, pudiendo obviarse mecanismos complejos de regulación del proceso de enjuague. En caso de recarga de un combustible secundario, por ejemplo, gas natural, se suprime un enjuague de la otra línea de gas, así como del paso de combustible asociado. Únicamente en el caso de un cierre rápido de la turbina de gas se enjuagan ambos pasos de combustible, si fuera necesario, también más pasos de combustible.

15

20

25

El enjuague se lleva a cabo además favorablemente sólo en dirección hacia delante, es decir, en la dirección de la cámara de combustión respectiva del quemador de la turbina de gas. La operación de enjuague puede efectuarse alternativamente con vapor o nitrógeno, por ejemplo, nitrógeno puro. Un enjuague con nitrógeno resulta especialmente económico, debido al pequeño volumen a enjuagar. Adicionalmente, no se tiene que extraer además ningún vapor de una instalación de turbina de vapor dispuesta en la central eléctrica para la operación de enjuague, siendo el rendimiento total de la central eléctrica especialmente alto. Adicionalmente se suprime el empleo de aceros altamente aleados, ya que no puede aparecer ningún o sólo un ligero fenómeno de corrosión. Mediante una disposición compacta de los componentes puede obtenerse un pequeño volumen a enjuagar en la central eléctrica. Si el cierre al gas y la válvula de cierre rápido se disponen, por ejemplo, uno junto a otra, la válvula de cierre rápido la función puede asumir de una de las válvulas previstas en el cierre para el gas, pudiendo suprimirse esta válvula y siendo el volumen a enjuagar del sistema de combustible de la turbina de gas especialmente pequeño. Mediante el volumen comparativamente menor del sistema de combustible se simplifica además considerablemente un deslastre de carga en caso de exceso del número de revoluciones, particularmente debido al menor efecto de seguimiento en los componentes conductores del gas.

30

35

40

Como válvulas para el cierre al gas, que se dispone particularmente aguas arriba del punto de derivación de la otra línea de gas de la línea de gas y se acopla en la línea de gas, se emplean habitualmente grifos esféricos o válvulas de bolas. Estos presentan una impermeabilidad al gas especialmente alta. La válvula de cierre rápido puede implementarse, por ejemplo, como aleta de cierre rápido. En función del tamaño de la válvula se puede emplear para ello, sin embargo, cualquier otro dispositivo de cierre rápido, como por ejemplo, una válvula de cierre rápido apropiada. Por tanto, la central eléctrica con el dispositivo de gasificación puede operar, en funcionamiento del gas de síntesis o en caso de cambio del combustible por un combustible secundario, de manera especialmente segura.

50

En una ordenación preferente de la central eléctrica puede enviarse gas natural o vapor de la otra línea de gas a través de un dispositivo de alimentación. La otra línea de gas, conectada al segundo paso de combustible del quemador, puede ajustarse mediante la adición de gas natural o vapor al gas de síntesis, teniendo en cuenta el poder calorífico, para la operación del segundo paso de combustible. Mediante la adición de gas natural al gas de síntesis se eleva el poder calorífico. Mediante la adición de vapor al gas de síntesis puede reducirse, en cambio, el poder calorífico. Mediante la adición selectiva de gas natural o vapor a través del dispositivo de alimentación puede ajustarse el poder calorífico de manera muy precisa al modo de operación deseado del quemador.

55

Preferentemente puede suministrarse gas de síntesis, formado particularmente mediante gasificación de un combustible fósil en el dispositivo de gasificación, de la otra línea de gas. Por tanto, puede suministrarse selectivamente y a demanda gas de síntesis, gas natural, vapor o una mezcla de diferentes combustibles de la otra línea de gas. La central eléctrica se ejecuta preferentemente como instalación de turbina de gas y de vapor, con un generador de vapor mediante recuperación de calor del lado de los gases de escape conectado aguas arriba de la turbina de gas, cuyas superficies de calentamiento se acoplan en el circuito agua-vapor de una turbina de vapor.

65

Otras ventajas de la central eléctrica se deducen de manera análoga a las ventajas del procedimiento de operación de un quemador de una turbina de gas descrito anteriormente.

## ES 2 318 033 T3

Un ejemplo de ejecución de la invención se describe más a fondo en base a un diseño. En él muestran de manera parcialmente esquemática y no a escala:

Fig 1 una central eléctrica, estando un sistema de combustible con un dispositivo de gasificación conectado aguas arriba de la turbina de gas, y

Fig 2 un detalle conforme a la Figura 1 con quemador de la turbina de gas asignado.

La central eléctrica 3 conforme a la Figura 1 se ejecuta como instalación de turbina de gas y de vapor 1 y comprende una instalación de turbina de gas 1a y una instalación de turbina de vapor 1b. La instalación de turbina de gas 1a comprende una turbina de gas 2 con compresor de aire 4 acoplado y una cámara de combustión 6 conectada aguas arriba de la turbina de gas 2 y conectada a una línea de aire comprimido 8 del compresor 4. La cámara de combustión 6 presenta un quemador 7. La turbina de gas 2 y el compresor de aire 4, así como un generador 10 se disponen sobre un eje común 12.

La instalación de turbina de vapor 1b comprende una turbina de vapor 20 con generador 22 acoplado y, en un circuito agua-vapor 24, un condensador 26 conectado aguas abajo de la turbina de vapor 20, así como un generador de vapor mediante recuperación de calor 30. La turbina de vapor 20 consiste en una primera etapa de presión o una parte de alta presión 20a y una segunda etapa de presión o una parte de presión media 20b. Se prevé además una tercera etapa de presión o una parte de baja presión 20c de la turbina de vapor 20, accionando las etapas de presión 20a, 20b, 20c el generador 22 a través de un eje común 32.

Para la alimentación de medio de trabajo AM expandido a la turbina de gas 2 o gas de humo al generador de vapor mediante recuperación de calor 30 se conecta una línea de escape de los gases 34 a una entrada 30a del generador de vapor mediante recuperación de calor 30. El medio de trabajo AM expandido de la turbina de gas 2 abandona el generador de vapor mediante recuperación de calor 30 a través de su salida 30b en dirección a una chimenea no representada a fondo.

El generador de vapor mediante recuperación de calor 30 comprende un precalentador del condensado 40, que se acopla por el lado de la entrada a una unidad de bombeo del condensado 44 a través de una línea de condensado 42, que puede alimentarse con condensado K del condensador 26. El precalentador del condensado 40 se conecta por el lado de la salida, a través de una línea 45, a un depósito del agua de alimentación 46. Para la derivación a demanda del precalentador del condensado 40 puede conectarse además la línea de condensado 42 directamente con el depósito del agua de alimentación 46 a través de una línea de derivación no representada. El depósito del agua de alimentación 46 se conecta a través de una línea 47 a una bomba de alimentación de alta presión 48 con descarga a presión media.

La bomba de alimentación de alta presión 48 suministra el agua de alimentación S, que sale del depósito del agua de alimentación 46, a un nivel de presión apropiado en el circuito agua-vapor 24 para una etapa de alta presión 50 asignada a la parte de alta presión 20a de la turbina de vapor 20. El agua de alimentación S a alta presión puede alimentarse a la etapa de alta presión 50 a través de un precalentador del agua de alimentación 52, que por el lado de la salida se conecta a un tambor de alta presión 58 a través de una línea de agua de alimentación 56 bloqueable con una válvula 54. El tambor de alta presión 58 está conectado a un evaporador de alta presión 60 dispuesto en el generador de vapor mediante recuperación de calor 30 para la formación de un circuito agua-vapor 62. Para la evacuación de vapor fresco F se conecta el tambor de alta presión 58 a un recalentador de alta presión 64 dispuesto en el generador de vapor mediante recuperación de calor 30, conectado por el lado de la salida con la entrada de vapor 66 de la parte de alta presión 20a de la turbina de vapor 20.

La descarga de vapor 68 de la parte de alta presión 20a de la turbina de vapor 20 se conecta a través de un recalentador intermedio 70 a la entrada de vapor 72 de la parte de presión media 20b de la turbina de vapor 20. Su descarga de vapor 74 está conectada a través de una línea de derivación 76 a la entrada de vapor 78 de la parte de baja presión 20c de la turbina de vapor 20. La descarga de vapor 80 de la parte de baja presión 20c de la turbina de vapor 20 se conecta a través de una línea de vapor 82 al condensador 26, de forma que se forme un circuito cerrado agua-vapor 24.

De la bomba de alimentación de alta presión 48 se deriva además una línea derivada 84 en una posición de descarga, en la que el condensado K ha alcanzado una presión media. Ésta se conecta a través de otro precalentador del agua de alimentación 86 o economizador a media presión con una etapa a media presión 90 del circuito agua-vapor asignada a la parte de presión media 20b de la turbina de vapor 20. El segundo precalentador del agua de alimentación 86 se conecta para ello por el lado de la salida, a través de una línea de agua de alimentación 94 bloqueable con una válvula 92, a un tambor de presión media 96 de la etapa a media presión 90. El tambor de presión media 96 está conectado a una superficie de calentamiento 98 dispuesta en el generador de vapor mediante recuperación de calor 30, configurada como evaporador de presión media, para la formación de un circuito agua-vapor 100. Para la evacuación del vapor fresco a presión media F' se conecta el tambor de presión media 96 a través de una línea de vapor 102 al recalentador intermedio 70 y, por tanto, a la entrada del vapor 72 de la parte de presión media 20b de la turbina de vapor 20.

De la línea 47 se deriva otra línea 110, provista de una bomba de alimentación de baja presión 107 y bloqueable con una válvula 108, que se conecta a una etapa de baja presión 120 del circuito agua-vapor 24 asignada a la parte

## ES 2 318 033 T3

de baja presión 20c de la turbina de vapor 20. La etapa de baja presión 120 comprende un tambor de baja presión 122, conectado con una superficie de calentamiento 124 dispuesta en el generador de vapor mediante recuperación de calor 30, configurada como evaporador de baja presión, para la formación de un circuito agua-vapor 126. Para la evacuación del vapor fresco a baja presión F” se conecta el tambor de baja presión 122 a través de una línea de vapor 127, en la que se acopla un recalentador de baja presión 128, a la línea de derivación 76. El circuito agua-vapor 24 de la instalación de turbina de gas y de vapor 1 comprende en el ejemplo de ejecución, por tanto, tres etapas de presión 50, 90, 120. Alternativamente se pueden prever también menos, particularmente dos, etapas de presión.

La instalación de turbina de gas 1a se proyecta para la operación con un gas crudo gasificado o gas de síntesis SG, producido gasificando un combustible fósil B. Como gas de síntesis SG puede preverse, por ejemplo, carbón gasificado o aceite gasificado. La instalación de turbina de gas 1a comprende para ello un sistema de combustible 129, a través del cual puede alimentarse gas de síntesis SG al quemador 7 en la cámara de combustión 6 asignada a la turbina de gas 2. El sistema de combustible 129 comprende una línea de gas 130, que une un dispositivo de gasificación 132 con la cámara de combustión 6 de la turbina de gas. Al dispositivo de gasificación 132 puede alimentarse carbón, gas natural o aceite como combustible fósil B a través de un sistema de entrada 134. El sistema de gasificación 129 comprende además componentes acoplados en la línea de gas 130, entre el dispositivo de gasificación 132 y la cámara de combustión 6 de la turbina de gas 2.

Aguas arriba de la cámara de combustión 6 se deriva otra línea de gas 131 de la línea de gas 130, conectándose la línea de gas 130 y la otra línea de gas 131 por separado al quemador 7 de la cámara de combustión 6. El gas de síntesis SG puede dividirse en una primera corriente parcial SG1 y una segunda corriente parcial SG2 a través de la línea de gas 130 y la otra línea de gas 131. Las corrientes parciales SG1, SG2 de gas de síntesis SG pueden alimentarse además por separado al quemador 7 para la combustión. Una primera corriente parcial SG1 puede alimentarse además a través de la línea de gas 130 y una segunda corriente parcial SG2 a través de la otra línea de gas 131. La otra línea de gas 131 se deriva en este contexto de la línea de gas 130 en una zona 236, descrita más a fondo en la Fig 2. Aguas debajo de la zona 236 se acopla la línea de gas 130 y la otra línea de gas 131 de manera esencialmente paralela, reotécticamente hablando, y se conecta por diferentes puntos de conexión al quemador 7, de forma que las corrientes parciales SG1, SG2 puedan alimentarse reotécticamente por separado e independientemente al quemador 7.

Para el suministro del oxígeno O<sub>2</sub> necesario para la gasificación del combustible fósil B se conecta una instalación de descomposición del aire 138 perteneciente al sistema de combustible 129 aguas arriba del dispositivo de gasificación 132 a través de una línea de oxígeno 136. La instalación de descomposición del aire 138 puede cargarse por el lado de la entrada con una corriente de aire L, compuesta por una primera corriente parcial de aire L1 y una segunda corriente parcial de aire L2. La primera corriente parcial de aire L1 puede extraerse del aire comprimido en el compresor de aire 4. Para ello se conecta la instalación de descomposición del aire 138, por el lado de la entrada, a una línea de aire de descarga 140, bifurcada en una posición de ramificación 142 de la línea de aire comprimido 8. En la línea de aire de descarga 140 desemboca además otra línea de aire 143, en la que se acopla un compresor de aire 144 adicional y a través de la cual puede alimentarse la segunda corriente parcial de aire L2 a la instalación de descomposición del aire 138. En el ejemplo de ejecución, la corriente total de aire L entrante en la instalación de descomposición del aire 138 se compone, por tanto, de la corriente parcial de aire L1 derivada de la línea de aire comprimido 8 y de la corriente parcial de aire L2 impulsada por el compresor adicional de aire 144. Un concepto de circuito de este tipo se diseña también como concepto de planta parcialmente integrada. En una ordenación alternativa a ésta, el llamado concepto de planta totalmente integrada, puede suprimirse la otra línea de aire 143 que incluye el compresor adicional de aire 144, de forma que la alimentación de la instalación de descomposición del aire 138 con aire se lleve a cabo completamente a través de la corriente parcial de aire L1 extraída de la línea de aire comprimido 8. El nitrógeno N<sub>2</sub> obtenido en la instalación de descomposición del aire 138, adicionalmente al oxígeno O<sub>2</sub>, durante la descomposición de la corriente de aire L se alimenta a través de una línea de alimentación de nitrógeno 230 de un dispositivo de mezclado 146 conectada a la instalación de descomposición del aire 138 y se añade allí al gas de síntesis SG. El dispositivo de mezclado 146 se configura además para una mezcla especialmente homogénea y libre de aglomerados del nitrógeno N<sub>2</sub> con el gas de síntesis. El dispositivo de mezclado 146 es opcional y puede suprimirse también, si fuera necesario, en otros conceptos de instalación con menores contenidos de oxígeno en el nitrógeno.

El gas de síntesis SG derivado del dispositivo de gasificación 132 a través de la línea de gas 130 llega primero a un generador de vapor mediante recuperación de calor del gas de síntesis 147, en el que se lleva a cabo un enfriamiento del gas de síntesis SG mediante intercambio de calor con un medio fluyente. El vapor a alta presión producido durante este intercambio de calor se alimenta de manera no representada más a fondo a la etapa de alta presión 50 del circuito agua-vapor 24.

Visto en la dirección de flujo del gas de síntesis SG, detrás del generador de vapor mediante recuperación de calor de gas de síntesis 147 y antes de un dispositivo de mezclado 146, se acoplan un dispositivo de eliminación del polvo 148 para el gas de síntesis SG, así como una instalación de desulfuración 149, en la línea de gas 130. En una ordenación alternativa puede preverse, en vez del dispositivo de eliminación del polvo 148, particularmente en el caso de gasificación de aceite como combustible, también un dispositivo de lavado de hollín.

Para una emisión de contaminantes especialmente baja durante la combustión del combustible gasificado B en el quemador 7 dispuesto en la cámara de combustión 6, se prevé una carga del combustible gasificado B con vapor de agua antes de la entrada a la cámara de combustión 6. Este puede realizarse de manera especialmente favorable, pirométricamente hablando, en un sistema saturador. Para ello se acopla un saturador 150 en la línea de gas 130, en

## ES 2 318 033 T3

el que se conduce el combustible gasificado B en gas de síntesis SG en contracorriente respecto al agua caliente del saturador W. El agua del saturador W circula además en un circuito saturador 152 conectado al saturador 150, en el se acoplan una bomba de circuito, así como un intercambiador de calor 156 para el precalentamiento del agua del saturador W. El intercambiador de calor 156 se somete además primariamente con agua de alimentación precalentada a la etapa a media presión 90 del circuito agua-vapor 24. Para compensar las pérdidas de agua del saturador W que surgen durante la saturación del combustible gasificado se conecta una línea de alimentación 158 al circuito saturador 152.

Visto en la dirección de flujo del gas de síntesis SG, detrás del saturador 150 se acopla secundariamente en la línea de gas 130 un intercambiador de calor 159 que actúa como intercambiador de calor de gas de síntesis-gas mixto. El intercambiador de calor 159 se acopla además primariamente en una posición antes de la instalación de extracción del polvo 148 asimismo en la línea de gas 130, de forma que el gas de síntesis SG entrante a la instalación de extracción del polvo 148 transmita una parte de su calor al gas de síntesis SG que sale del saturador 150. La conducción del gas de síntesis SG a través del intercambiador de calor 159 antes de la entrada a la instalación de desulfuración 149 puede preverse además también en un concepto de conexión modificado en lo que a los otros componentes se refiere. Particularmente en caso de inserción de un dispositivo de lavado de hollín, el intercambiador de calor 159 puede disponerse preferentemente aguas abajo, del lado del gas de síntesis, del dispositivo de lavado de hollín.

Entre el saturador 150 y el intercambiador de calor 159 se acopla secundariamente otro intercambiador de calor 160 en la línea de gas 130, que puede estar primariamente calentado por el agua de alimentación o también calentado por el vapor. Mediante el intercambiador de calor 159 configurado como intercambiador de calor de gas de síntesis-gas puro y el intercambiador de calor 160 se garantiza también un precalentamiento especialmente eficaz del gas de síntesis SG entrante al quemador 7 de la cámara de combustión 6 de la turbina de gas 2, en diferentes estados operacionales de la instalación de turbina de gas y de vapor 1. Para el enfriamiento de la corriente parcial L1 de aire comprimido, diseñada también como aire de descarga, a suministrar a la instalación de descomposición del aire 138, se acopla primariamente un intercambiador de calor 162 en la línea de aire de descarga 140, configurado secundariamente como evaporador de presión media para un medio fluyente S'. El intercambiador de calor 162 se conecta a un tambor agua-vapor 146 configurado como tambor de presión media, para la formación de un circuito de evaporador 163. El tambor agua-vapor 164 está conectado a través de líneas 166, 168 al tambor de presión media 96 asignado al circuito agua-vapor 100. Alternativamente puede conectarse el intercambiador de calor 162 secundariamente, aunque también directamente, al tambor de presión media 96. En el ejemplo de ejecución, el tambor agua-vapor 164 se conecta, por consiguiente, indirectamente a la superficie de calentamiento 98 configurada como evaporador de presión media. Para la realimentación de medio fluyente S' evaporado se conecta además una línea de agua de alimentación 170 al tambor agua-vapor 164.

Visto en la dirección de flujo de la corriente parcial L1 de aire comprimido, tras el intercambiador de calor 162 se acopla otro intercambiador de calor 172 en la línea de aire de descarga 140, configurado secundariamente como evaporador de baja presión para un medio fluyente S''. El intercambiador de calor 172 se conecta además, para la formación de un circuito de evaporador 174, a un tambor agua-vapor 176 configurado como tambor de baja presión. En el ejemplo de ejecución, el tambor agua-vapor 176 se conecta a través de líneas 178, 180 al tambor de baja presión 122 asignado al circuito agua-vapor 126 y, por tanto, indirectamente a la superficie de calentamiento 124 configurada como evaporador de baja presión. Sin embargo, el tambor agua-vapor 176 puede acoplarse alternativamente también de otro modo apropiado, pudiendo alimentarse al tambor agua-vapor 176 de vapor extraído una carga secundaria como vapor del proceso y/o como vapor de calentamiento. En otra ordenación alternativa, el intercambiador de calor 172 puede estar secundariamente conectado también directamente al tambor de baja presión 122. El tambor agua-vapor 176 se conecta además a una línea de agua de alimentación 182.

Los circuitos del evaporador 163, 174 pueden configurarse, en cada caso, como circulaciones forzadas, garantizándose la circulación del medio fluyente S' y/o S'' mediante una bomba de circulación y evaporándose el medio fluyente S', S'', al menos, parcialmente, en el intercambiador de calor 162 y/o 172 configurado como evaporador. En el ejemplo de ejecución, por el contrario, tanto el circuito del evaporador 163 como también el circuito del evaporador 174 se configuran, en cada caso, como circulación natural, garantizándose la circulación del medio fluyente S' y/o S'' mediante la diferencia de presiones que se ajusta durante el proceso de evaporación y/o mediante la disposición geodética del respectivo intercambiador de calor 162 y/o 172 y del respectivo tambor agua-vapor 164 y/o 176. En esta ordenación se acopla en el circuito del evaporador 163 y/o en el circuito del evaporador 174, en cada caso, únicamente una bomba de circuito, no representada a fondo y dimensiona comparativamente pequeña, para el arranque del sistema.

Para el acoplamiento térmico en el circuito saturador 152 se prevé, adicionalmente al intercambiador de calor 156, que puede cargarse con agua de alimentación S caliente, derivada tras el precalentador del agua de alimentación 86, un intercambiador de calor de agua del saturador 184, que puede cargarse primariamente con agua de alimentación S del depósito del agua de alimentación 46. Para ello se conecta el intercambiador de calor de agua del saturador 184 primariamente, por el lado de la entrada, a la línea derivada 84 a través de una línea 186 y, por el lado de la salida, al depósito del agua de alimentación 46 a través de una línea 88. Para el recalentamiento del agua de alimentación S que sale del intercambiador de calor de agua de alimentación 184 se acopla en la línea 188 un intercambiador de calor adicional 190, que se conecta primariamente aguas abajo del intercambiador de calor 172 en la línea de aire de descarga 140. Con una disposición de este tipo puede alcanzarse una recuperación del calor especialmente alta del aire de descarga y, por tanto, un rendimiento especialmente alto de la instalación de turbina de gas y de vapor 1. Visto en la dirección de flujo de la corriente parcial de aire L1, entre el intercambiador de calor 172 y el intercambiador de calor

## ES 2 318 033 T3

190, se deriva una línea de aire refrigerante 192 de la línea de aire de descarga 140, a través de la cual (línea de aire refrigerante) puede alimentarse a la turbina de gas 2 una cantidad parcial  $L'$  de la corriente parcial enfriada  $L$  como aire frío para la refrigeración de los álabes. Este modo de ejecución se emplea ocasionalmente.

5 Durante la operación de la instalación de turbina de gas y de vapor 1 se alimenta gas de síntesis SG, obtenido en el dispositivo de gasificación 132 gasificando el combustible fósil B, al quemador 7 de la turbina de gas 2. El gas de síntesis SG se divide aquí, en la zona 236, en una primera corriente parcial SG1 y una segunda corriente parcial SG2 y las corrientes parciales SG1, SG2 se alimentan por separado al quemador 7 para la combustión. La primera corriente parcial SG y la segunda corriente parcial SG2 pueden alimentarse además, en cada caso, de manera controlada al quemador 7.

15 El concepto de circuito, que es la base del funcionamiento del gas de síntesis del quemador 7 de la turbina de gas 2, se representa detalladamente en la Fig 2. La Fig 2 muestra además esencialmente una figura ampliada de la zona 236 conforme a la Fig 1 y la conexión apropiada al quemador 7 representado ampliado. El quemador 7 se dispone en una cámara de combustión 6, asignándose la cámara de combustión 6 a la turbina de gas 2 (comp. Fig 1). En la zona 236 se deriva la otra línea de gas 131 de la línea de gas 130 en un punto de derivación 242. El quemador 7 presenta un del eje quemador 252, a lo largo del cual se extienden un primer paso de combustible 238 y un segundo paso de combustible 240 separado reotécnicamente del primer paso de combustible 238. El quemador presenta además una cámara de combustión 246, en la que se diseñan una primera zona de combustión 248a y una segunda zona de combustión 248b. La primera zona de combustión 248a se asigna al primer paso de combustible 238 y la segunda zona de combustión 248b al segundo paso de combustible 240. Las zonas de combustión 248a, 248b pueden solaparse aquí espacialmente, al menos, parcialmente. Los pasos de combustible 238, 240 se disponen radialmente separados unos de otros en torno al eje 252 del quemador 7, formando los pasos de combustible 238, 240, en cada caso, una cámara anular cilíndrica. Durante la operación del quemador 7 se somete a este al aire de la combustión  $L_v$ , extraído del compresor 4 a través de la línea de aire comprimido 8 (véase Fig 1). La línea de gas 130 se conecta además al primer paso de combustible 238 y la otra línea de gas 131 al segundo paso de combustible 240, de forma que una primera corriente parcial SG1 de gas de síntesis SG se alimente al primer paso de combustible 238 y una segunda corriente parcial SG2 de gas de síntesis SG al segundo paso de combustible 240, para la combustión. La primera corriente parcial SG1 se carga además en la primera zona de combustión 248a y la segunda corriente parcial SG2 en la segunda zona de combustión 248b con aire de combustión  $L$  y se quema, formándose gases de combustión calientes, con los que se incide sobre la turbina de gas 2.

35 Al salir del sistema de combustible 129 conforme a la Fig 1A es necesario un enjuague. Esto se lleva a cabo lavando por separado, en uno o varios pasos, una primera y una segunda zona del sistema de gasificación del combustible 129 con nitrógeno  $N_2$ . El sistema de gasificación o la primera zona y el sistema de combustible de turbinas de gas o la segunda zona están además separados en la zona 236 por un cierre para el gas 200 mostrado en la Fig 2. El cierre al gas 200 se acopla aquí en la línea de gas 130, disponiéndose el cierre al gas 200 aguas arriba del punto de derivación 242 de la otra línea de gas 131 de la línea de gas 130. El propio sistema de gasificación comprende además el dispositivo de gasificación 132 hasta el cierre para el gas 200 y el sistema de combustible de turbinas de gas comprende el cierre al gas 200 y los componentes conectados aguas abajo hasta la cámara de combustión 6 con quemador 7 de la turbina de gas 2.

45 El cierre al gas 200 comprende una válvula de cierre rápido 202, dispuesta en la línea de gas 130, a la que se le conecta inmediatamente aguas abajo una válvula de cierre para el gas 204 implementada como grifo esférico. A través de la línea de escape de los gases 207 se descarga el gas residual, durante el enjuague tras la desconexión del dispositivo de gasificación 132 o durante el enjuague del saturador 150 y intercambiador de calor conectado aguas abajo, a una antorcha. La línea de escape de los gases 207 con la válvula asociada sirve como sistema de descarga de presión 206 del cierre para el gas 200. A través del cierre al gas 200 puede bloquearse la línea de gas 130 de manera impermeable al gas y, en caso de necesidad, puede sellarse a través de la válvula de cierre rápido 202 en un tiempo especialmente breve.

55 Al cierre para el gas 200 se le conecta directamente aguas abajo una válvula de control 208a acoplada en la línea de gas 130, a través de la cual se regula la primera corriente parcial SG1 de gas de síntesis SG al quemador 7. Otra válvula de control 208b se acopla en la otra línea de gas 131 derivada de la línea de gas 130. A través de la válvula de control 208b puede regularse la segunda corriente parcial SG2 de gas de síntesis SG al quemador 7.

60 Para el enjuague del sistema de gasificación o de la primera zona del sistema de combustible con nitrógeno  $N_2$ , o sea, del dispositivo de gasificación 132 hasta el cierre para el gas 200, se prevé nitrógeno puro  $R-N_2$  de la instalación de descomposición del aire 138. Para ello se descarga el nitrógeno  $N_2$ , producido adicionalmente al oxígeno  $O_2$  en la instalación de descomposición del aire 138 durante la descomposición de la corriente de aire  $L$ , como nitrógeno puro  $R-N_2$ , de la instalación de descomposición del aire 138 a través de una línea de alimentación 210. De la primera línea de alimentación 210 se deriva una línea derivada 214 bloqueable con una válvula 212, destinada al enjuague de la primera zona del sistema de combustible 129 y del dispositivo de gasificación 132 para combustibles fósiles.

65 Para el enjuague de la segunda zona o del sistema de combustible de las turbinas de gas con nitrógeno  $N_2$  se prevé asimismo nitrógeno puro  $R-N_2$  como medio de enjuague. La línea de alimentación 210 desemboca para ello en un dispositivo de almacenamiento de nitrógeno 220. En la línea de alimentación 210 desemboca adicionalmente una línea de reserva 224 bloqueable con la válvula 222, conectada (la línea) por el lado de la entrada a un sistema de

## ES 2 318 033 T3

llenado de emergencia 226 para nitrógeno puro R-N<sub>2</sub>. Gracias a que el dispositivo de almacenamiento de nitrógeno 220 se conecta tanto a la instalación de descomposición del aire 138 como también al sistema de llenado de emergencia 226, puede alimentarse tanto con nitrógeno puro R-N<sub>2</sub> de la instalación de descomposición del aire como también con nitrógeno puro R-N<sub>2</sub> del sistema de llenado de emergencia 226. De este modo se garantiza también de manera especialmente eficaz un enjuague del sistema de gasificación 129 en caso de fallo de la instalación de descomposición del aire 138. El dispositivo de almacenamiento de nitrógeno 226 se dimensiona además de forma que cubra la demanda de nitrógeno puro R-N<sub>2</sub> para la operación de enjuague incluyendo una capacidad de reserva suficientemente alta. El dispositivo de almacenamiento de nitrógeno 226 se conecta por el lado de la salida a la línea de gas 130 a través de una línea de enjuague 228. La desembocadura de la línea de enjuague 228 en la línea de gas 130 se lleva a cabo aguas abajo del gas de síntesis SG en la zona inmediatamente posterior al cierre para el gas 200, o sea, tras la válvula de cierre para el gas 204.

De la instalación de descomposición del aire 138 (Fig 1) se deriva, para la alimentación con nitrógeno impuro U-N<sub>2</sub> producido en la instalación de descomposición del aire 138, una segunda línea de alimentación 230, que desemboca en el dispositivo de mezclado 146. En el dispositivo de mezclado 146 se añade el nitrógeno impuro U-N<sub>2</sub> al gas de síntesis SG para la reducción de las emisiones de NO<sub>x</sub> de la turbina de gas. El dispositivo de mezclado 146 se configura además para una mezcla especialmente homogénea y sin aglomerados del nitrógeno N<sub>2</sub> con el gas de síntesis SG.

Para cada cambio de la turbina de gas 2 de gas de síntesis SG a un combustible secundario, lo que corresponde a un cambio del gas combustible alimentado al quemador 7 de la cámara de combustión 6, se prevé un enjuague del sistema de combustible de la turbina de gas 129 con nitrógeno. Mediante la operación de enjuague se tiene que expulsar casi completamente, por motivos técnicos de seguridad, el gas de síntesis SG presente en el sistema de combustible de la turbina de gas 129.

En la operación con gas de síntesis, es decir, durante la combustión de gas de síntesis SG, que se alimenta en corrientes parciales SG1 y SG2 a los pasos de combustible 240, 238 asignados mostrados en la Fig 2 para la combustión, puede añadirse gas natural EG o vapor D a la segunda corriente parcial SG2. De este modo puede elevarse y/o reducirse a voluntad el poder calorífico de la segunda corriente parcial SG2 empleada para la operación del segundo paso de combustible 240. Para ello se prevé un dispositivo de alimentación 244, que comprende un sistema de alimentación de gas natural 244a y otro sistema de alimentación 244b para vapor D o nitrógeno puro R-N<sub>2</sub>. El dispositivo de alimentación 244 se conecta por un punto de conexión 250 en la zona 236 a la otra línea de gas 131, de forma que sea posible la alimentación conforme a la demanda de un fluido apropiado, en la otra línea de gas 131 y al segundo paso de combustible 240 a través del dispositivo de alimentación 244. Además, el segundo paso de combustible 240 se alimenta con gas de síntesis SG, más favorablemente independientemente del primer paso de combustible 238. Las corrientes parciales SG1, SG2 pueden cargarse y, por tanto, enjuagarse además independientemente con nitrógeno puro R-N<sub>2</sub> o vapor D a través de la línea de enjuague 228 y/o el otro sistema de alimentación 244b del dispositivo de alimentación 244. Ambas corrientes parciales de gas de síntesis SG1, SG2 pueden operar, por tanto, con diferente poder calorífico ajustable. El sistema de alimentación 244, que se asigna al segundo paso de combustible 240, cumple en este contexto dos objetivos, o sea, la reducción NO<sub>x</sub> en una operación con gas natural, así como el ajuste selectivo del poder calorífico y control operacional de la combustión en la operación con gas de síntesis.

Con este nuevo procedimiento de operación de un quemador 7 y con el concepto de instalación descrito es posible una operación escalonada de una central eléctrica 3 con gas de síntesis SG. Esta operación de síntesis se caracteriza, por un lado, por una pérdida de presión suficientemente pequeña, en caso de carga total, al atravesar ambos pasos de combustible 238, 240 con las respectivas corrientes parciales SG1, SG2. Por otro, se garantiza sin embargo también la pérdida mínima necesaria de presión para una operación de carga mínima y/o de marcha en vacío de la turbina de gas 2 con gas de síntesis SG, mediante un uso exclusivo a demanda, por ejemplo, del segundo paso de combustible 240. El segundo paso de combustible 240 puede tener para ello una mayor resistencia al flujo que el primer paso de combustible 238 mediante la ordenación constructiva y dimensionamiento apropiados del segundo paso de combustible 240. El empleo simultáneo de ambos pasos de combustible 238, 240, que pueden tener diferentes resistencias al flujo, posibilita una extensión de la variación de la pérdida de presión considerablemente menor en relación con los sistemas conocidos hasta ahora, en un rango predefinido de variación del flujo másico total de combustible alimentado al quemador 7. Consecuentemente, la pérdida de presión es menor con carga básica en comparación con la pérdida de presión para una carga mínima, por ejemplo, en marcha en vacío de la turbina de gas 2, que en un concepto de un solo paso, en el que sólo se alimenta una corriente de gas de síntesis a un quemador 7 para la combustión.

Mediante el ajuste de la razón de dilución del gas de síntesis SG a través del dispositivo de alimentación 244, que obstruye el segundo paso de combustible 240, puede estabilizarse el primer paso de combustible 238, que puede servir como paso principal para el gas de síntesis SG. En caso de baja dilución de la segunda corriente parcial SG2 de gas de síntesis SG a través del segundo paso de combustible 240, el segundo paso de combustible 240 puede servir como llama piloto para el primer paso de combustible 238, si fuera necesario, más diluido. Por otra parte, influyendo selectivamente sobre la razón de dilución, existe la posibilidad de influir muy eficientemente en las oscilaciones de la llama, sin modificaciones costosas de la geometría del quemador 7 en solitario, mediante el corte de las corrientes parciales SG1, SG2. Con el concepto de dos corrientes del quemador 7 que opera con el procedimiento conforme a la invención resulta posible, de manera especialmente favorable, un ajuste del comportamiento de combustión. De este modo se mejora claramente la posibilidad de optimización del comportamiento de combustión, en lo que a las oscilaciones en la combustión y las temperaturas del quemador se refiere, ajustando el respectivo ajuste operacional. La invención se caracteriza además particularmente porque, al menos, un paso de combustible del quemador 7, por

## ES 2 318 033 T3

ejemplo, el segundo paso de combustible 240, puede emplearse en función doble, o sea, como paso de síntesis en el funcionamiento con gas de síntesis o como paso de combustible para otro combustible gaseoso (B), por ejemplo, gas natural (EG), en la operación con gas natural. Además, también es posible suministrar una mezcla de gas de síntesis y gas natural, si fuera necesario, con adición de vapor a un paso de combustible y realizar una nueva operación de mezclado.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

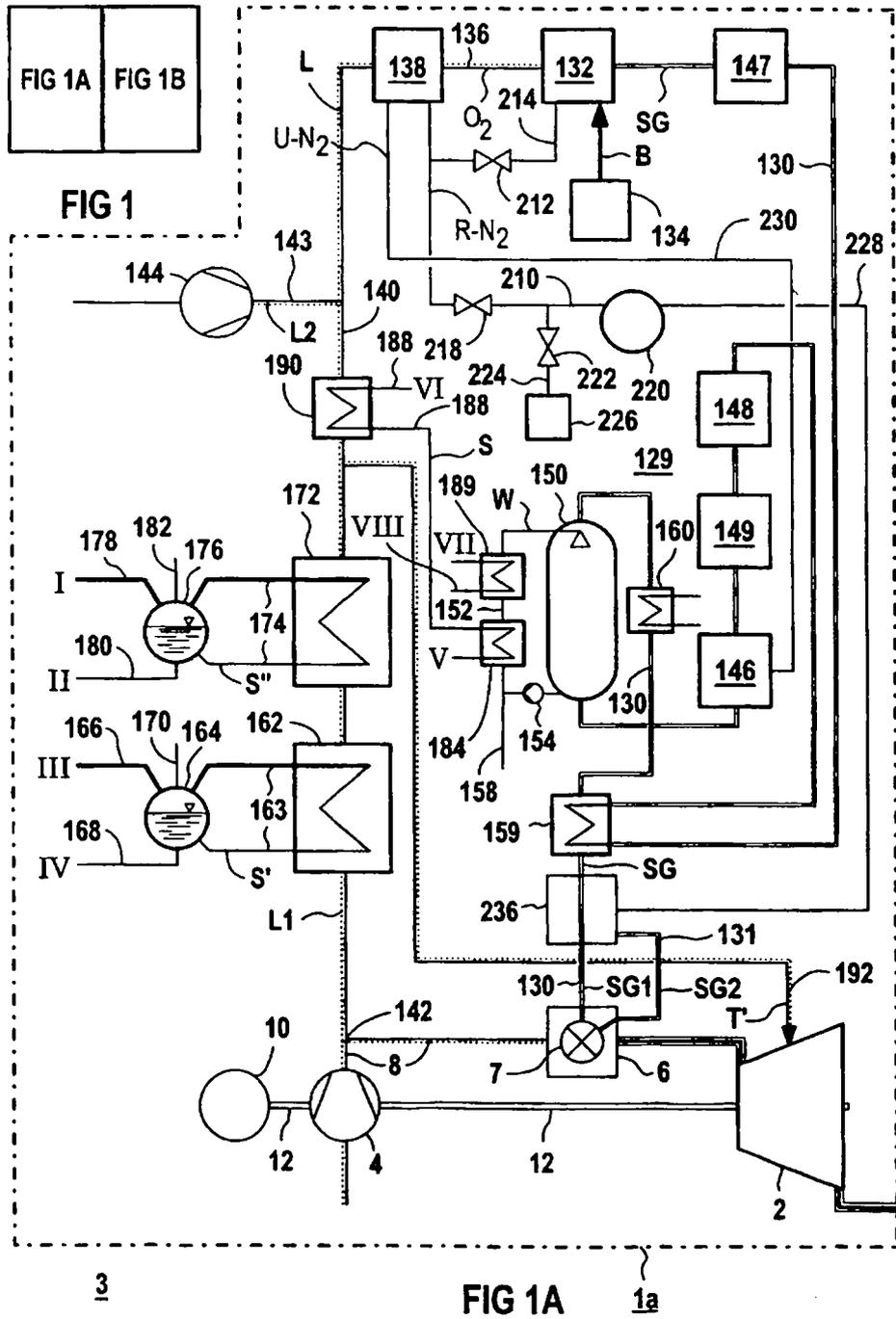
55

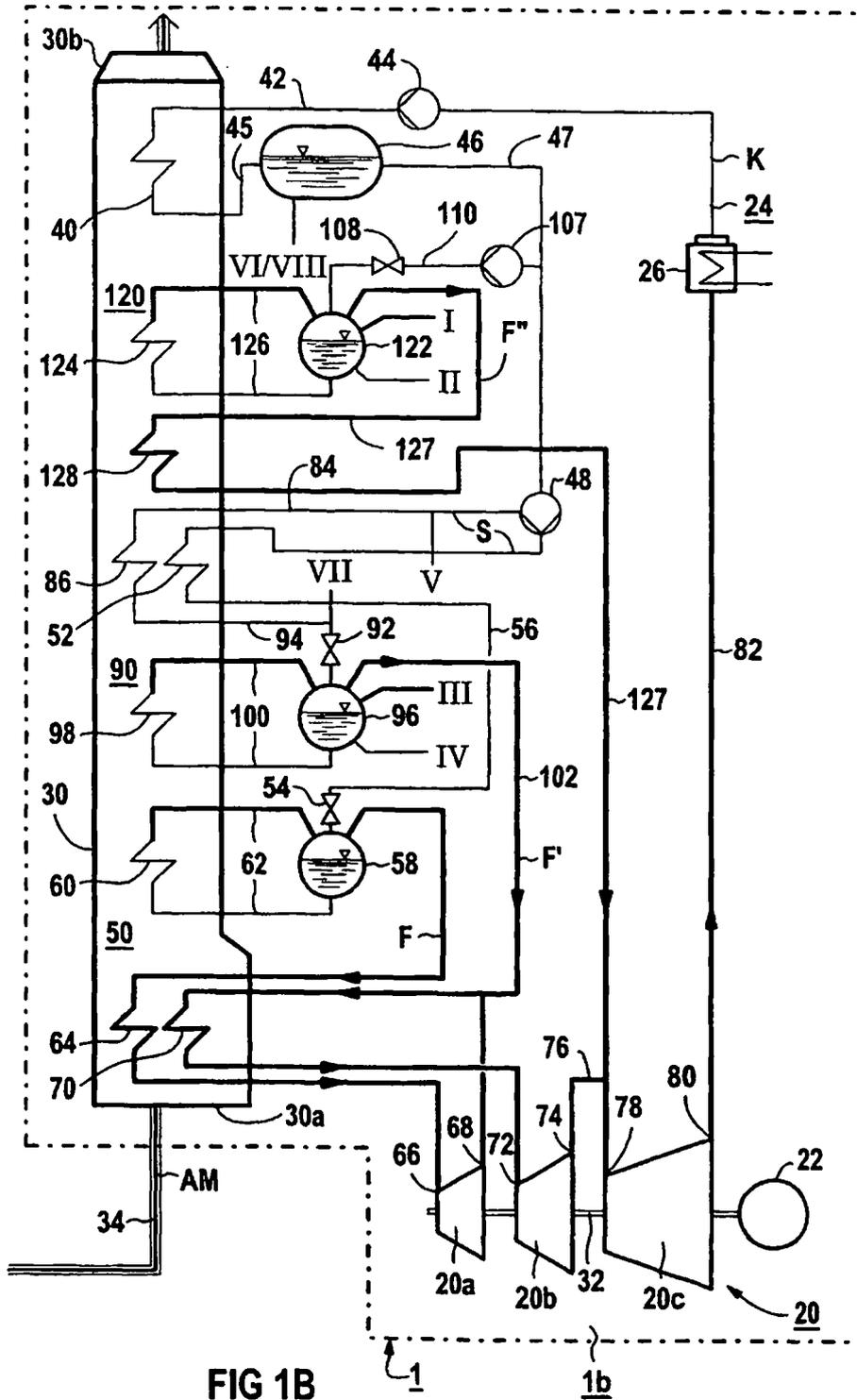
60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de operación de un quemador (7) de una turbina de gas (2), en el que se gasifica un combustible fósil (B) y el combustible fósil gasificado (B) se alimenta como gas de síntesis (SG) al quemador (7) asignado a la turbina de gas (2) para la combustión, **caracterizado** porque el gas de síntesis (SG) se divide en una primera corriente parcial (SG1) y una segunda corriente parcial (SG2) y las corrientes parciales (SG1, SG2) se alimentan por separado al quemador (7) para la combustión.
- 10 2. Procedimiento conforme a la Reivindicación 1, **caracterizado** porque la primera corriente parcial (SG1) y la segunda corriente parcial (SG2) se alimentan al quemador (7), en cada caso, de manera controlada.
3. Procedimiento conforme a la Reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque a, al menos, una de las corrientes parciales (SG1, SG2) se le añade gas natural (EG) o vapor (D) para la modificación del poder calorífico.
- 15 4. Procedimiento conforme a la Reivindicación 1, 2 ó 3 **caracterizado** porque las corrientes parciales (SG1, SG2) se ajustan en función de la potencia a producir por la turbina de gas (2).
- 20 5. Procedimiento conforme a una de las anteriores Reivindicaciones, **caracterizado** porque durante una operación a carga mínima o en marcha de vacío de la turbina de gas (2) una de las corrientes parciales (SG1, SG2) es cero.
- 25 6. Central eléctrica (3), particularmente para la ejecución del procedimiento conforme a una de las anteriores Reivindicaciones, con una turbina de gas (2), a la que se le asigna una cámara de combustión (6) con, al menos, un quemador (7), y con un sistema de combustible (129) conectado aguas arriba de la cámara de combustión (6), que comprende un dispositivo de gasificación (132) para combustibles fósiles (B) y una línea de gas (130) derivada del dispositivo de gasificación (132) y que desemboca en la cámara de combustión (6), **caracterizada** porque aguas arriba de la cámara de combustión (6) se bifurca otra línea de gas (131) de la línea de gas (130), estando la línea de gas (130) conectada a un primer paso de combustible (238) del quemador (7) y la otra línea de gas (131) a un segundo paso de combustible (240) del quemador (7) separado en términos de flujo del primer paso de combustible (238).
- 30 7. Central eléctrica (3) conforme a la Reivindicación 6, **caracterizada** porque en la línea de gas (130) y la otra línea de gas (131) se prevé, en cada caso, una válvula de control (208a, 208b), a través de la cual puede regularse el flujo de combustible en los pasos de combustible (238, 240) asignados en cada caso.
- 35 8. Central eléctrica (3) conforme a la Reivindicación 6 ó 7, **caracterizada** porque en la línea de gas (130) se acopla un cierre para el gas (200), dispuesto aguas arriba del punto de derivación (242) de la otra línea de gas (131) a partir de la línea de gas (130).
- 40 9. Central eléctrica (3) conforme a la Reivindicación 6, 7 u 8, **caracterizada** porque a la otra línea de gas (131) se le puede aportar gas natural (EG) o vapor (D) a través de un dispositivo de alimentación (244).
10. Central eléctrica (3) según, al menos, una de las Reivindicaciones 6 a 9, **caracterizada** porque a la otra línea de gas (131) puede alimentársele gas de síntesis (SG) producido en el dispositivo de gasificación (132).
- 45 11. Central eléctrica (3) según, al menos, una de las Reivindicaciones 6 a 10, **caracterizada** por una ordenación como instalación de turbina de gas e instalación de turbina de vapor (1) con un generador de vapor mediante recuperación de calor (30) conectado aguas abajo de la turbina de gas (2) del lado de los gases de escape, cuyas superficies de calentamiento se montan en el circuito agua-vapor (24) de una turbina de vapor (20).
- 50
- 55
- 60
- 65





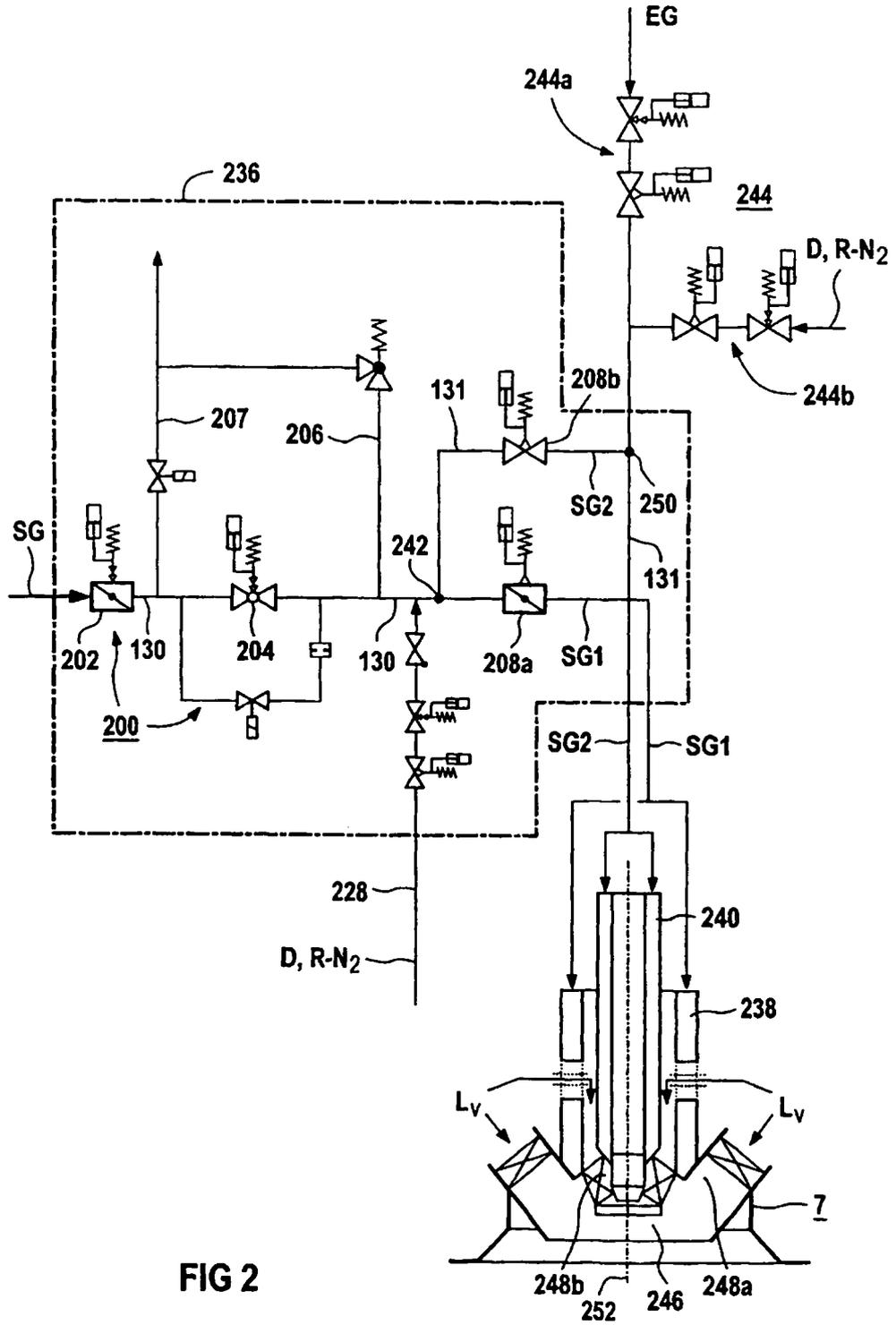


FIG 2