

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 467**

51 Int. Cl.:

**F01K 23/10** (2006.01)

**F01K 3/00** (2006.01)

**F01K 17/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2014 PCT/EP2014/050600**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.07.2014 WO14114527**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2014 E 14701690 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2932054**

54 Título: **Central de turbina de gas con flexibilidad de funcionamiento mejorada.**

30 Prioridad:

**23.01.2013 EP 13152401**

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

**13.10.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LENK, UWE y  
TREMEL, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 637 467 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

Central de turbina de gas con flexibilidad de funcionamiento mejorada

La presente invención hace referencia a una central de turbina de gas que comprende una turbina de gas que presenta un compresor, una cámara de combustión y un expansor, la cual comprende además un circuito de agua - vapor que se encuentra conectado térmicamente a la turbina de gas, de manera que durante el funcionamiento de la turbina de gas el gas residual descargado desde la misma transfiere calor al circuito de agua - vapor para generar vapor. Además, la presente invención hace referencia a un método para el funcionamiento flexible de una central de turbina de gas de esa clase.

Debido a la creciente alimentación de corriente desde fuentes de energía renovables, las cuales a veces fluctúan en alto grado (energía eólica, energía solar, etc.), hacia las redes públicas de suministro de corriente, centrales alimentadas por gas son usadas cada vez más para tareas de regulación, para garantizar la estabilidad de la red de esas redes de suministro de corriente.

Las centrales alimentadas por gas, en este caso, así como todas las formas de ejecución que se indican a continuación, deben entenderse en su sentido más general. Se encuentran incluidas en particular las centrales alimentadas por gas en el funcionamiento de ciclo simple, así como también las centrales acopladas alimentadas por gas y por vapor (GuD). Pueden estar comprendidas asimismo plantas a gran escala, las cuales pueden ser abastecidas de energía eléctrica a través de una turbina de gas. Del mismo modo no debe tener lugar ninguna restricción en cuanto al combustible para la combustión en la central alimentada por gas. Por lo tanto, es posible que una central alimentada por gas sea operada con gas natural o que a la misma se encuentre conectada una gasificación térmica de sólidos (Integrated Gasification Combined Cycle IGCC) para el suministro de combustible.

Debido a la tarea de regulación asignada a las centrales alimentadas por gas, éstas deben poder ser operadas con alta flexibilidad. Al mismo tiempo deben satisfacerse también los requerimientos correspondientes para un funcionamiento rentable. A través de un funcionamiento bajo condiciones de carga relativamente irregular, con procesos de puesta en funcionamiento y de apagado frecuentes, desciende la utilización de la capacidad y, con ello, la vida útil de una central eléctrica de esa clase. El funcionamiento rentable resulta por tanto afectado negativamente en algunas ocasiones.

Un funcionamiento convencional flexibilizado de una central alimentada por gas se posibilita por ejemplo regulando adecuadamente la carga de trabajo en un rango de por ejemplo 40 a 100 % de la carga nominal que puede ser alcanzada. Para ello, usualmente, el flujo másico de combustible se reduce o se incrementa, donde eventualmente puede efectuarse también un ajuste adecuado de los álabes guía en el compresor de la turbina de gas, para adecuar el flujo másico de combustible y operar la instalación en una carga parcial adecuada de forma conveniente.

Por lo general no es posible o no se prevé un aumento de la carga de trabajo más allá del 100 % de la carga nominal. Sin embargo, un aumento de esa clase puede ser posible a través de una inyección adecuada de agua en la turbina de gas. Para ello, dependiendo de la forma de ejecución en cuanto al aspecto tecnológico, agua en la fase líquida o preferentemente también en la fase gaseosa, es proporcionada a la turbina de gas en distintos puntos durante el funcionamiento, para lograr en particular un flujo másico aumentado y, con ello, una potencia aumentada. Del mismo modo, también es posible introducir agua en la fase líquida o preferentemente en la fase gaseosa en el compresor de la turbina de gas, donde el agua se encarga de una refrigeración mejorada del aire comprimido, de manera que el compresor debe realizar menos trabajo de compresión. Por las publicaciones son conocidos diferentes modos de operación en los cuales, a través de la introducción de agua en la turbina de gas, se posibilita un rendimiento de potencia aumentado (por ejemplo: Jonsson, M., Yan, J.: Humidified gas turbines - a review of proposed and implemented cycles, Energy 30 (2005), 1013-1078).

A través de una inyección de agua o de vapor en la turbina de gas aumenta el flujo másico a través del expansor (turbina), debido a lo cual se incrementa la potencia emitida a través de la expansión del gas en el expansor. La inyección mencionada de agua o vapor en la turbina de gas se conoce también como concepto STIG ("Steam Injection Gas Turbine Cycle"). Otra forma de ejecución es el ciclo Cheng. Un funcionamiento de esa clase ofrece además la ventaja de que los óxidos de nitrógeno que se forman durante la combustión sólo se forman en una concentración relativamente reducida, de manera que los gases residuales de la turbina de gas presentan un menor potencial con respecto al perjuicio del medio ambiente.

Sin embargo, en esos diseños conocidos por el estado del arte se considera desventajoso el hecho de que las cantidades de agua en estado líquido o gaseoso, suministradas a la turbina de gas, previamente deben ser acondicionadas térmicamente, con una inversión adicional para ese tratamiento. Debe garantizarse además que el agua también esté tratada de forma adecuada en cuanto a impurezas químicas, así como físicas. Ambas formas de tratamiento implican una inversión de energía aumentada, lo cual reduce en su totalidad el balance de potencia del funcionamiento de la turbina de gas. Además, de acuerdo con los diseños conocidos por el estado del arte, deben

preverse medidas adecuadas en cuanto a la construcción, así como en cuanto a la técnica de mantenimiento, para lograr un suministro de agua de esa clase hacia una turbina de gas sin inconvenientes durante el período de funcionamiento regular.

5 En la solicitud DE19918346A1 pueden hallarse los principios básicos para solucionar los problemas técnicos mencionados, donde en dicho documento se sugiere que una central de turbina de gas, la cual comprende un circuito de agua- vapor, esté provista de un contenedor como acumulador de calor. El contenedor es llenado con agua o vapor que puede ser cargado térmicamente mediante la interacción térmica con una caldera de recuperación de calor del circuito de agua - vapor. En el caso de que se requiera un aumento de potencia, agua o vapor pueden ser suministrados a la cámara de combustión o a otras partes de la turbina de gas que pertenece a la central de turbina de gas.

15 Sin embargo, en esa forma de ejecución técnica, se considera desventajoso el hecho de que el agua que es suministrada a la turbina de gas a veces puede presentar partes líquidas del agua que pueden conducir a daños graves en los componentes internos de la turbina de gas. Ese es el caso en particular cuando a la turbina de gas sólo se debe suministrar agua líquida. El almacenamiento intermedio de agua líquida, sin embargo, es ventajoso, ya que permite almacenar mayores cantidades de energía en un volumen más reducido, en comparación con el almacenamiento de vapor al mismo nivel de temperatura. Por consiguiente, esto reduce tanto la inversión relacionada con la construcción, como también con los costes operativos. Si debe almacenarse agua líquida en un contenedor, en la solicitud DE19918346A1 se sugiere abrir ese contenedor hacia un sistema más grande, operando el contenedor como acumulador de pendiente. Sin embargo, esto implica una pérdida de energía significativa, ya que el agua se distiende en la totalidad del contenedor, perdiéndose así cantidades esenciales de la energía, sin ser aprovechada. Además, la presión del vapor no puede ser regulada de forma individual y con la precisión suficiente, puesto que la misma depende de las condiciones de presión del sistema más grande.

25 Tampoco la patente US 5,404,708 puede brindar sugerencias para una mejor solución técnica, ya que en ese caso exclusivamente agua líquida es almacenada en un acumulador, desde el cual, en caso de ser necesario, la misma no puede ser extraída con un tratamiento posterior, para ser suministrada a una turbina de gas.

30 De este modo, el objeto de la presente invención consiste en evitar las desventajas conocidas por el estado del arte, sugiriendo un suministro mejorado de agua hacia la turbina de gas de una central de turbina de gas. En particular, la invención debe garantizar un mejoramiento de la flexibilidad de la central de turbina de gas, donde también debe poder almacenarse agua en estado líquido, la cual, en caso de ser necesario, pueda ser proporcionada para aumentar la potencia de una turbina de gas, pero sin que temer que se produzcan daños a través de la formación de gotas pequeñas en componentes internos de la turbina de gas.

Al mismo tiempo, un funcionamiento de esa clase debe ser posible ventajosamente en cuanto al punto de vista energético.

35 De acuerdo con la invención, dichos objetos en los que se basa la invención se alcanzarán a través de una central de turbina de gas según la reivindicación 1, así como a través de un método para el funcionamiento flexible de una central de turbina de gas descrita anteriormente, así como a continuación, según la reivindicación 11.

40 En particular, los objetos que son base de la invención se alcanzarán a través de una central de turbina de gas que comprende lo siguiente: una turbina de gas que presenta un compresor, una cámara de combustión y un expansor, la cual comprende además un circuito de agua - vapor que se encuentra conectado térmicamente a la turbina de gas, de manera que durante el funcionamiento de la turbina de gas el gas residual descargado desde la misma transfiere calor al circuito de agua - vapor para generar vapor, donde el circuito de agua - vapor está conectado térmicamente también a un acumulador de calor, el cual por su parte está conectado nuevamente a un contenedor para acumular agua, donde el contenedor se encuentra acoplado mediante fluidos a la turbina de gas, en particular a la cámara de combustión de la turbina de gas, de manera que agua puede ser suministrada desde el contenedor de la turbina de gas, durante el funcionamiento de la misma, para aumentar la potencia, donde entre el contenedor y la turbina de gas está conectada una válvula flash, la cual está diseñada para distender el agua extraída desde el contenedor a un nivel de presión más reducido.

45 Además, los objetos que son base de la invención se alcanzarán a través de un método para el funcionamiento flexible de una central de turbina de gas según una de las formas de ejecución descritas antes, así como a continuación, donde el método comprende los siguientes pasos:

- accionamiento de la turbina de gas y derivación del gas residual desde la misma, así como transferencia de calor hacia el circuito de agua - vapor para generar vapor;
- transferencia de calor desde el circuito de agua - vapor hacia el acumulador de calor;

- transferencia de calor desde el acumulador de calor hacia el contenedor;

- transferencia de agua desde el contenedor hacia la turbina de gas, en particular hacia la cámara de combustión de la turbina de gas para aumentar la potencia durante el funcionamiento de la turbina de gas.

5 De acuerdo con la invención, por lo tanto, es posible extraer calor o incluso agua desde el circuito de agua - vapor, y suministrarla a un acumulador de calor que se encuentra conectado térmicamente al circuito de agua - vapor. El calor o el agua se encuentra almacenado de forma intermedia en un acumulador de calor y, de manera ventajosa, pueden ser extraídos en un momento posterior, a saber, para tratar agua térmicamente o para haberla tratado térmicamente, la cual a continuación es suministrada a la turbina de gas para aumentar la potencia durante el funcionamiento.

10 El agua en cuestión se encuentra en un contenedor que está conectado térmicamente con el contenedor, o incluso mediante fluidos, con el acumulador de calor. De este modo, de manera ventajosa, el calor puede ser transferido desde el acumulador de calor hacia el contenedor. El contenedor, por su parte, puede presentar agua con una calidad adecuada, de manera que ya no es necesario otro tratamiento físico y químico de esa agua, antes del suministro a la turbina de gas, para aumentar la potencia durante el funcionamiento. De manera ventajosa, esa agua se extrae de otros procesos de la central eléctrica, de manera que ya no se requiere ningún tratamiento adicional. El agua almacenada en el contenedor sólo es acondicionada a veces de forma térmica, donde el calor requerido para el tratamiento puede ser extraído desde el circuito de agua - vapor.

15 De mismo modo es posible, tal como se explicará a continuación, que el acumulador de calor comprenda el contenedor para almacenar agua, de manera que es posible el suministro de agua desde el circuito de agua - vapor hacia el contenedor de forma directa. De acuerdo con ello se requiere también una inversión menor para la construcción. De manera alternativa o adicional, el acumulador de calor puede estar acoplado térmicamente con el contenedor para almacenar agua también mediante intercambiadores de calor adecuados, pero sin que deba tener lugar una transferencia de fluidos.

20 Por lo tanto, la presente invención posibilita el almacenamiento intermedio de calor desde el circuito de agua - vapor, así como una extracción temporalmente posterior de ese calor desde el acumulador de calor, por ejemplo cuando la central de turbina de gas experimenta una potencia aumentada debido a una demanda aumentada desde las redes públicas de suministro de corriente. De este modo, la central de turbina de gas puede utilizarse con una flexibilidad mejorada. Esto afecta no sólo a la flexibilidad temporal de la central de turbina de gas, sino también a la flexibilidad energética, puesto que en particular el desacoplamiento de energía térmica desde el circuito de agua - vapor en cantidades más reducidas, tal como se explicará más adelante, no implica pérdidas de potencia significativas durante la generación de corriente a través de la central de turbina de gas.

25 En correspondencia con otro aspecto de la invención se prevé que entre el contenedor y la turbina de gas se encuentre conectada una válvula flash, la cual está diseñada para distender a un nivel de presión más reducido el agua extraída desde el contenedor. La válvula flash está diseñada en particular para separar vapor de agua, para suministrar a la turbina de gas selectivamente el mismo sin una parte líquida igualmente separada del agua así distendida. Al distender el agua líquida y tratada térmicamente mediante una válvula flash se reduce el nivel de presión, donde se producen una evaporación y un enfriamiento parciales. A través de la distensión se proporciona vapor con un nivel de presión relativamente reducido. El agua separada de ese modo, en fase líquida, puede ser mezclada por ejemplo con agua de reposición y a continuación puede ser transportada, por ejemplo a través de una bomba, hacia un depósito de almacenamiento que nuevamente puede estar a un nivel de presión más elevado. Por consiguiente, en el contenedor de acuerdo con la invención puede almacenarse también agua líquida tratada térmicamente, sin tener que temer que durante el suministro hacia la turbina de gas se produzca un daño debido a la formación de gotas pequeñas. Al mismo tiempo, energía térmica puede ser almacenada en un volumen marcadamente más reducido del contenedor, en comparación con la acumulación de vapor, el cual presenta una densidad energética más reducida, en el caso de la misma temperatura.

35 La invención posibilita así una flexibilidad mejorada de una central de turbina de gas, utilizando componentes convencionales, así como pasos del método controlables. Se posibilita gracias a ello una ampliación del rango de potencia y de eficacia de la central de turbina de gas, donde por ejemplo a través de la extracción de vapor puede tener lugar una reducción de la potencia, así como en caso de suministrar agua de forma correspondiente a la turbina de gas, puede tener lugar un aumento de la potencia. En particular en el caso de un aumento de la potencia debido al suministro de agua a la turbina de gas puede mejorarse el grado de efectividad con una carga parcial.

40 Del mismo modo, por ejemplo en el caso de la misma potencia eléctrica de salida, a través de la central de turbina de gas puede posibilitarse también una reducción del consumo de combustible, por ejemplo cuando se suministra agua a la turbina de gas para aumentar la potencia. En particular a través de una extracción temporalmente retrasada de la energía térmica desde el acumulador de calor puede proporcionarse también más potencia a través de la central de turbina de gas en otro momento, a saber, por ejemplo cuando la central de turbina de gas debe

proporcionar potencia de regulación de forma aumentada. Cabe señalar que en el caso del suministro de agua a la turbina de gas para aumentar la potencia durante el funcionamiento puede alcanzarse también una generación de carga pico marcadamente por encima del 100 % de la carga nominal.

5 De acuerdo con una primera forma de ejecución especialmente preferente de la invención se prevé que el acumulador de calor contenga el contenedor o que sea el mismo. De este modo, por ejemplo, desde el circuito de agua - vapor puede extraerse agua con una presión y nivel de temperatura predominantes, donde ésta es pasada directamente hacia el contenedor para el almacenamiento intermedio. De manera especialmente preferente, el pasaje tiene lugar a una presión aumentada, la cual se ubica por encima de la presión requerida en el punto de alimentación de la turbina de gas. En el caso de construcción más sencillo, el acumulador de calor puede ser reemplazado también por el contenedor. Si en el caso de una utilización posterior, la turbina de gas de la central de turbina de gas debe proporcionar potencia aumentada, entonces el agua puede ser extraída desde el contenedor, donde ésta es suministrada de forma adecuada a la turbina de gas de la central de turbina de gas, para aumentar la potencia.

15 De acuerdo con ello, el agua conducida hacia el circuito de agua - vapor puede ser proporcionada a la turbina de gas, directamente después de un almacenamiento intermedio adecuado, para aumentar la potencia. No obstante, el agua que se encuentra en el circuito de agua - vapor presenta también una pureza elevada y, con ello, suficiente, para ser suministrada a una turbina de gas para aumentar la potencia. De este modo, el agua almacenada de forma intermedia en el contenedor no requiere otros pasos de purificación antes de que pueda ser suministrada directamente a la turbina de gas. Esto reduce a su vez la cantidad de pasos, que requieren energía, para la purificación y el tratamiento térmico. Lo mencionado se considera especialmente ventajoso. Además, esa forma de ejecución reduce también la cantidad de los componentes requeridos para la construcción, gracias a lo cual puede disminuir la inversión para proporcionar esa forma de la central de turbina de gas acorde a la ejecución, en comparación con otras formas. Además, ha resultado particularmente ventajoso que el agua extraída desde el circuito de agua - vapor presente ya un acondicionamiento térmico adecuado, así como también un acondicionamiento con respecto a la técnica de presión, en cuanto al nivel de presión, de manera que tampoco el pasaje del agua desde el contenedor hacia la turbina de gas requiere de otro tratamiento vinculado a la técnica de presión. Esto se considera también especialmente ventajoso.

30 De acuerdo con otra forma de ejecución de la invención, especialmente ventajosa, el circuito de agua - vapor comprende un generador de vapor de recuperación de calor, el cual se encuentra conectado al acumulador de calor térmicamente o mediante fluidos. Cabe señalar que, debido a la conexión mediante fluidos, resulta también una conexión térmica, puesto que el fluido que presenta la energía térmica puede ser intercambiado de forma adecuada. La conexión térmica, así como también la conexión mediante fluidos, preferentemente, puede tener lugar en el rango de una sección de media presión (rango de presión típico 15-40 bar, el así llamado nivel de media presión), así como en el rango de una sección de alta presión (rango de presión típico superior a 70 bar, el así llamado nivel de alta presión) del generador de vapor de recuperación de calor. Para ello, calor extraído desde la sección de media presión o desde la sección de alta presión, así como fluido extraído, pueden ser pasados de forma adecuada hacia el acumulador de calor o hacia el contenedor, de modo que el calor o el fluido se encuentran a un nivel adecuado de presión o de temperatura.

40 En este punto, cabe señalar también que el fluido antes descrito, en tanto no se indique otra cosa, se trata de agua en sus fases físicas que se presentan de forma natural. De este modo, dependiendo de la temperatura y del nivel de presión, se encuentra presente agua en estado líquido, en estado gaseoso o también en otros estados de agregación.

45 De acuerdo con otra forma de ejecución de la invención se prevé que el circuito de agua - vapor presente una turbina de gas que se encuentra conectada al acumulador de calor térmicamente o mediante fluidos. En particular cuando la turbina de gas presenta un conjunto de turbinas individuales operadas a diferentes niveles de presión, así como a diferentes temperaturas. De acuerdo con una forma de ejecución de esa clase, resulta ventajoso derivar agua con un nivel de presión adecuado y temperatura adecuada desde la turbina de vapor, así como desde las turbinas individuales, para extraer de éstas calor, así como para almacenar el mismo para un suministro posterior hacia la turbina de gas, para aumentar la potencia. Ante todo en el caso de la derivación de agua en el área de una turbina de media presión, el agua presenta la presión y el nivel de temperatura adecuados, los cuales vuelven particularmente ventajoso el suministro del agua extraída hacia la turbina de gas, para un aumento de potencia después del almacenamiento intermedio.

55 En correspondencia con otro aspecto ventajoso de la invención se prevé que el circuito de agua - vapor y el acumulador de calor no sólo se encuentren conectados térmicamente, sino también mediante fluidos. Un intercambio de fluido posibilita con ello también al mismo tiempo un intercambio simple de calor, tal como ya se explicó anteriormente. Una conexión mediante fluidos se considera por tanto especialmente ventajosa en cuanto a la técnica de construcción.

De acuerdo con otro desarrollo posterior de esa forma de ejecución se prevé que agua intercambiada entre el circuito de agua - vapor y el acumulador de calor pueda ser almacenada de forma intermedia en el contenedor. Esto permite una extracción de agua purificada desde el circuito de agua - vapor, tal como ya se explicó anteriormente, donde dicha agua no debe ser tratada costosamente de manera adicional para el suministro temporalmente retrasado del agua hacia la turbina de gas, para el aumento de potencia. El agua extraída desde el circuito de agua - vapor más bien puede ser almacenada temporalmente de forma intermedia en el contenedor, donde en el caso de un aumento de potencia requerido el agua puede ser suministrada directamente a la turbina de gas en cantidades adecuadas y con las condiciones físicas adecuadas.

Del mismo modo, en el sentido de otro desarrollo posterior o de una forma de ejecución alternativa, puede preverse que la conexión mediante fluidos entre el circuito de agua - vapor y el acumulador de calor se efectúe en el circuito de agua - vapor, en un lugar en donde en el caso de un funcionamiento regular de la central de turbina de gas se encuentra presente una presión del vapor que corresponde al menos a la presión en la cámara de combustión de la turbina de gas durante un funcionamiento regular. En particular, esa presión de extracción en el circuito de agua - vapor se ubica entre 5 y 35 bar, donde la presión de la cámara de combustión, en la cámara de combustión, es menor, en tanto el agua sea suministrada a la turbina de gas mediante la cámara de combustión. En la cámara de combustión, durante el funcionamiento de la turbina de gas, puede ser predominante un rango de presión típico de 4 a 20 bar. De acuerdo con la invención, por tanto, el agua extraída desde el circuito de agua - vapor presenta una presión más elevada, así como al menos la misma presión, que es predominante en la cámara de combustión de la turbina de gas. De este modo, el agua suministrada a la turbina de gas para el aumento de potencia ya no debe ser tratada en cuanto a la técnica de presión. Además, en la cámara de combustión de la turbina de gas puede alcanzarse una inyección energéticamente muy ventajosa del agua que se encuentra presente a un nivel de presión de esa clase. Si la presión a la cual es almacenada en el contenedor el agua extraída desde el circuito de agua - vapor es marcadamente mayor que por ejemplo la presión de la cámara de combustión, de la cámara de combustión de la turbina de gas, puede ser posible también un almacenamiento durante un tiempo más prolongado del agua almacenada así de forma intermedia, sin que también deba efectuarse un acondicionamiento de la presión, costoso en cuanto a la energía, en el caso de un suministro posterior a la turbina de gas.

De acuerdo con una forma de ejecución especialmente preferente, la cual puede considerarse también como un desarrollo posterior, se prevé que la conexión mediante fluidos entre el circuito de agua - vapor y el acumulador térmico en el circuito de agua - vapor se encuentre presente en un generador de vapor de recuperación de calor, en particular en el área de una sección de media presión del generador de vapor de recuperación de calor. A través de la extracción apropiada de agua en el área del generador de vapor de recuperación de calor puede extraerse agua que en ocasiones presenta diferentes niveles de temperatura, así como de presión, de manera que la misma también puede ser suministrada posteriormente a una posible mezcla de diferentes partes con diferentes presiones y diferentes temperaturas, de manera adecuada para el funcionamiento de la central alimentada por gas de acuerdo con la ejecución. Además, una extracción de calor en el área de la sección de media presión no reduce la potencia que puede alcanzarse con la central de turbina de gas en un grado tal como si el agua fuese extraída por ejemplo en el área de una sección de alta presión.

En correspondencia con otra forma de ejecución preferente de la invención se prevé que el contenedor esté realizado como contenedor de agua a presión. De este modo, el agua extraída desde el circuito de agua - vapor puede ser suministrado por ejemplo directamente al contenedor de agua a presión, para ser almacenado allí temporalmente de forma intermedia, en el sentido de un acumulador de calor. Seguidamente, el agua almacenada así de forma intermedia, nuevamente a una presión adecuada y a un nivel de temperatura adecuado, se encuentra a disposición para el suministro hacia la turbina de gas, para un aumento de potencia. En el contenedor a presión, el cual contiene agua a una temperatura aumentada y a una presión aumentada, se encuentra presentada usualmente una mezcla bifásica de agua en estado líquido y vapor de agua. La extracción de vapor de agua que después es suministrado a la turbina de gas puede tener lugar también en el lado superior del contenedor a presión. A través de la extracción de vapor de agua se produce entonces una evaporación posterior dentro del contenedor a presión, debido a lo cual descienden la temperatura y la presión en el contenedor a presión. Por lo tanto, a través de la extracción de vapor de agua se produce una descarga del acumulador de calor.

De acuerdo con otra forma de ejecución de la invención se prevé que el acumulador de calor esté realizado como acumulador de calor sensible y/o como acumulador de calor latente y/o como acumulador de calor termoquímico. Dichas formas del acumulador de calor permiten proporcionar un acumulador de calor adecuado de forma conveniente en cuanto a los costes y sin grandes costes de inversión.

De acuerdo con una primera forma de ejecución especialmente preferente del método de acuerdo con la invención se prevé que el paso de la transferencia de calor desde el circuito de agua - vapor hacia el acumulador de calor esté incluido en el paso de la transferencia de calor desde el acumulador de calor hacia el contenedor. De este modo, el calor puede ser suministrado directamente al acumulador de calor desde el circuito de agua - vapor, en donde al contenedor por ejemplo es conducida agua proveniente desde el circuito de agua - vapor, para un almacenamiento intermedio.

5 Se considera además especialmente preferente que el paso de la transferencia de agua desde el contenedor hacia la turbina de gas tenga lugar sucesivamente, con respecto al aspecto temporal, en comparación con los otros pasos, en particular en un momento de la salida de potencia aumentada de la turbina de gas, en el caso de una demanda aumentada de potencia eléctrica desde una red de suministro de corriente. De este modo, la central de turbina de gas es abastecida entonces de agua desde el contenedor, para aumentar la potencia, cuando se presenta una demanda aumentada de potencia eléctrica desde la red de suministro de corriente. Éste es en particular el caso cuando por ejemplo las fuentes de energía renovables no pueden poner a disposición energía eléctrica suficiente.

10 A continuación la invención se explicará mediante formas de ejecución individuales, a modo de ejemplo, las cuales se reproducen en las figuras. A este respecto, cabe señalar que las formas de ejecución mostradas en las figuras sólo deben entenderse de forma esquemática y no representan ninguna limitación en cuanto a la posibilidad de ejecución de la invención.

Debe tenerse en cuenta además que los componentes provistos de los mismos símbolos de referencia poseen un efecto técnico comparable.

15 Cabe señalar además que la invención es válida de acuerdo con las formas de ejecución representadas a continuación de forma correspondiente, así como también en cualquier combinación de componentes individuales o de módulos de esas formas de ejecución, en tanto esa combinación considere la idea que subyace a la invención.

Las figuras muestran:

Figura 1: una primera forma de ejecución de la invención en un diagrama de conexiones esquemático;

Figura 2: otra forma de ejecución de la invención en un diagrama de conexiones esquemático;

20 Figura 3: otra forma de ejecución de la invención en una vista funcional esquemática;

Figura 3: una representación gráfica de la modificación de la potencia de salida de una central de turbina de gas de acuerdo con la ejecución, así como la modificación asociada de la cantidad de calor extraída en función de la cantidad de vapor extraída en un nivel de media presión;

25 Figura 3: una representación gráfica de la modificación de la potencia de salida de una central de turbina de gas de acuerdo con la ejecución, así como la modificación asociada de la cantidad de calor absorbida en función de la cantidad de vapor suministrada a la turbina de gas;

Figura 6: una primera forma de ejecución del método de acuerdo con la invención en una vista como diagrama de flujo.

30 La figura 1 muestra un diagrama de conexiones esquemático de una primera forma de ejecución de una central de turbina de gas 100 de acuerdo con la invención. La misma comprende una turbina de gas 1, la cual por su parte presenta a su vez un compresor 5, una cámara de combustión 6, así como un expansor 7 (turbina). Durante el funcionamiento de la turbina de gas 1 el aire 4 es succionado por el compresor y es comprimido a un nivel de presión aumentado. Dicho aire 4 así comprimido es suministrado a la cámara de combustión 6 para la combustión de combustible 8. Debido a las condiciones de combustión en la cámara de combustión 6 se regula un nivel de presión, así como también de temperatura, específico del funcionamiento. El gas residual de esa combustión es conducido al expansor 7, en donde tiene lugar una distensión térmica, donde al mismo tiempo se aprovecha la potencia de trabajo del gas que se distiende, de manera adecuada para generar corriente mediante el generador (G).

35 De acuerdo con la invención, el gas residual 9 derivado desde la turbina de gas es guiado hacia un generador de vapor de recuperación de calor 15, el cual presenta una cantidad de secciones diferentes de acondicionamiento 16, 17, 18. De este modo, el gas residual 9 libera su calor al circular a través del generador de vapor de recuperación de calor 15, primero en dos secciones de acondicionamiento 18 conectadas en serie, las cuales están diseñadas como sobrecalentadores, a continuación en una sección de acondicionamiento 17 que está diseñada como evaporador, así como a continuación en una sección de acondicionamiento 16 que está diseñada como economizador.

40 Las tres secciones de acondicionamiento 16, 17, 18, tal como el generador de vapor de recuperación 15 en su totalidad, están comprendidas por un circuito de agua - vapor 10 que presenta también una turbina de vapor 40 para generar corriente. La turbina de vapor 40 presenta por su parte una turbina de baja presión 42, así como una turbina de alta presión 41, las cuales están acopladas de forma adecuada y respectivamente, así como de forma conjunta, pueden accionar un generador (G) para generar corriente.

Como respaldo, así como para generar la circulación del agua conducida hacia el circuito de agua - vapor 10, el circuito de agua - vapor 10 puede presentar además una bomba 45. Además, el circuito de agua - vapor 10, aguas abajo con respecto a la turbina de vapor 40, presenta un condensador 46.

5 Una vez efectuada la transferencia de calor desde el gas residual 9 de la turbina de gas 1 durante la circulación a través del generador de vapor de recuperación de calor 15, a modo de ejemplo, para recuperar agua desde el gas residual 9, aguas abajo con respecto al generador de vapor de recuperación de calor 15, puede proporcionarse otro condensador 600, el cual además presenta un recipiente colector apropiado para el agua separada.

10 De acuerdo con la invención, del circuito de agua - vapor 10 se extrae agua o calor, el cual puede ser suministrado o los cuales pueden ser suministrados a un acumulador de calor 20. De acuerdo con la ejecución, el agua o el calor son extraídos entre la turbina de alta presión 41 y la turbina de baja presión 42 del circuito de agua - vapor 10. Dependiendo de la forma de ejecución, la extracción de agua puede tener lugar mediante un intercambiador de calor no mostrado en detalle, así como la extracción de agua puede tener lugar directamente a través de una línea de derivación adecuada. El calor o el agua son suministrados al acumulador de calor 20 que, de acuerdo con la invención, comprende igualmente un contenedor 30 que es adecuado para almacenar agua. En particular, el  
15 contenedor 30 es adecuado para almacenar de forma intermedia, bajo presión y de forma aislada en cuanto a la temperatura, agua proveniente del circuito de agua - vapor 10, donde de este modo el calor que se encuentra en el agua puede ser almacenado de forma intermedia al mismo tiempo en el acumulador de calor 20. A modo de ejemplo, agua por ejemplo a un nivel de presión de 30 bar, puede ser extraída después de la turbina de alta presión 41 de la turbina de gas 40 y puede ser almacenada de forma intermedia en el contenedor 30 del acumulador de  
20 calor 20, bajo esa presión.

Si se encuentra presente ahora una demanda de potencia aumentada desde las redes públicas de suministro de corriente, el agua puede ser extraída desde el contenedor 30 y puede ser conducida a la cámara de combustión 6 de la turbina de gas 1. De manera alternativa es posible por ejemplo también un suministro de agua hacia el compresor 5. De acuerdo con la ejecución, durante el funcionamiento de la turbina de gas 1, la cámara de combustión 6 es operada a un nivel de presión de unos 20 bar. Si el agua extraída desde el circuito de agua - vapor 10 es extraída por ejemplo a un nivel de presión de 30 bar y es almacenada de forma intermedia en el contenedor 30, entonces, en un momento posterior después de posibles pérdidas de energía durante el período de almacenamiento, se encuentra a disposición agua a un nivel de presión que corresponde al menos al nivel de presión de la cámara de combustión, en la cámara de combustión 6. Antes de la conducción hacia la cámara de combustión 6, el agua debe ser distendida aún mediante una válvula flash no mostrada en detalle, de manera que puede tener lugar una ventajosa separación de fases del agua y sólo vapor de agua es conducido a la turbina de gas 1.  
25  
30

La extracción de agua desde el circuito de agua - vapor 10 después de la turbina de alta presión 41, del modo mostrado, es sin embargo sólo una de numerosas posibilidades para extraer agua a una temperatura adecuada y a un nivel de presión adecuado para otra utilización posterior, para aumentar la potencia de la turbina de gas 1. En el caso de una así llamada caldera de tres presiones se considera adecuada por ejemplo una extracción de vapor después de la turbina de alta presión, en el caso de una caldera de dos presiones el vapor puede extraerse por ejemplo entre la turbina de alta presión y una turbina de baja presión. También es posible la extracción directa de agua en estado líquido desde colectores de vapor a diferentes niveles de presión.  
35

La figura 2 muestra otra forma de ejecución de la central de turbina de gas 100 de acuerdo con la invención, la cual se diferencia de la forma de ejecución mostrada en la figura 1 sólo en el hecho de que el calor extraído desde el circuito de agua - vapor 10, así como el agua extraída del circuito de agua - vapor 10, son extraídos en el área de un evaporador 17 o en un colector de vapor del generador de vapor de recuperación de calor 15 y son suministrados al acumulador de calor 20. El agua extraída puede ser por ejemplo agua caliente a un nivel de presión de 25 - 35. Esa agua caliente es almacenada a su vez en el acumulador de calor 20, para una extracción de calor adecuada. Se considera completamente preferente una forma de ejecución del acumulador de calor 20, en donde el contenedor 30 se encuentra comprendido por el acumulador de calor 20, de manera que el agua extraída desde el circuito de agua - vapor 10 puede ser almacenada en el contenedor 30 para un almacenamiento de calor. Una extracción del agua en el generador de vapor de recuperación de calor 15 puede tener lugar por ejemplo en el colector de vapor.  
40  
45

En esa forma de ejecución se considera ventajoso el hecho de que el contenedor 30 puede estar diseñado de forma comparable a un colector de vapor, por lo cual dicho componente puede proporcionarse con facilidad y sin costes de desarrollo adicionales. Se prevé además que antes de la conducción hacia la cámara de combustión 6, el agua sea distendida aún mediante una válvula flash no mostrada en detalle, de manera que pueda tener lugar una ventajosa separación de fases del agua y sólo vapor de agua sea conducido a la turbina de gas 1.  
50

La figura 3 muestra otra forma de ejecución de la invención en una vista funcional esquemática. De acuerdo con la ejecución, calor es extraído desde el circuito de agua - vapor 10 y es almacenado de forma intermedia en el acumulador de calor 20. El acumulador de calor 20 comprende a su vez el contenedor 30 para el almacenamiento  
55

intermedio de agua, donde dicha agua, en caso necesario, puede ser suministrada a la turbina de gas 1. El contenedor 30, a modo de ejemplo, está realizado como un acumulador de agua a presión.

5 En este caso, el intercambiador de calor 35 se utiliza para acoplar térmicamente el circuito de agua - vapor 10 con otro circuito (no provisto de símbolos de referencia en este caso), en donde está conectado el contenedor 30 o el acumulador de calor 20, y el cual presenta igualmente agua como medio del circuito. Durante el funcionamiento puede ser aprovechado por ejemplo el calor proveniente del vapor o del vapor sobrecalentado, desde una turbina de media presión o desde una sección de media presión del generador de vapor de recuperación de calor 15, donde dicho calor es introducido en agua en el circuito, en donde se encuentran conectados el contenedor 30 o el acumulador de calor 20. El agua así acondicionada, antes de la distensión mediante una válvula flash 50, es almacenada de forma intermedia en el contenedor 30, así como en el acumulador de calor 20. Después de la distensión del agua mediante la válvula flash 50 tienen lugar una reducción de la presión y un enfriamiento a través de evaporación. De este modo, puede ser extraído de forma selectiva por ejemplo vapor a un nivel de presión de 20 bar, para ser suministrado a la turbina de gas 1. El agua líquida que se produce al mismo tiempo durante la distensión mediante la válvula flash 50 puede ser reconducida a su vez por ejemplo a otro acumulador 36 con el mismo nivel de presión de 20 bar. De esta manera, el agua líquida reconducida de ese modo puede ser mezclada con otra agua de reposición.

20 De acuerdo con la ejecución, por lo tanto, calor proveniente del circuito de agua - vapor 10, mediante el intercambiador de calor 35, puede ser pasado a un medio de almacenamiento del circuito, en este caso agua, el cual entonces puede ser almacenado de forma intermedia en el contenedor 30 o en el acumulador de calor 20. De acuerdo con la ejecución, agua puede ser calentada también a una temperatura que se ubica muy próxima a la temperatura de evaporación. A continuación, el agua a presión acondicionada de ese modo es almacenada en el contenedor 30 o en el acumulador de calor 20, para una extracción posterior. De manera alternativa, también el agua extraída desde una sección de media presión puede ser almacenada de forma intermedia directamente en contenedores a presión 30 adecuados del acumulador de calor 20, para una extracción posterior.

25 La extracción de calor o de agua desde el circuito de agua - vapor 10 o desde el generador de vapor de recuperación de calor 15 influye en el funcionamiento de la central de turbina de gas 100, en particular en la potencia de salida eléctrica. Para explicar con mayor detalle el grado de influencia, por la parte solicitante fueron realizadas simulaciones adecuadas del circuito, a modo de ejemplo. Como base para las simulaciones del circuito se utilizó una central de turbina de gas 100, tal como se representó por ejemplo en las figuras 1 y 2. De este modo, se comprobó que en el caso de una extracción en aumento de agua (vapor) desde el circuito de agua - vapor 10 disminuye la potencia P de la central de turbina de gas. Este comportamiento se representa con más detalle en la figura 4.

35 La figura 4 muestra una representación gráfica de la modificación de la potencia de salida relativa P de una central de turbina de gas 100 de acuerdo con la ejecución, así como la modificación asociada de la cantidad de calor H extraída en función de la cantidad de vapor extraído a un nivel de media presión (rango de presión típico 15 - 40 bar). La cantidad de vapor corresponde a la cantidad porcentual de vapor de media presión, el cual es extraído desde el circuito de agua - vapor 10 (MP-SE: medium pressure - steam extraction). Esta disminución de la potencia de salida eléctrica P de la central de turbina de gas 100, en el área representada, se correlaciona esencialmente con la cantidad de calor extraída del vapor extraído (H) en el área de una sección de media presión. De este modo, aun en el caso de una extracción del 50% del calor del vapor debe contarse sólo con una pérdida de potencia de aproximadamente 12 % de la potencia de salida P de la central de turbina de gas 100. Dicha pérdida de potencia puede justificarse para poder alcanzar posteriormente un aumento de potencia, temporalmente retrasado, al suministrar el vapor así extraído, después de un almacenamiento intermedio adecuado en la turbina de gas 1. El aumento de la potencia de salida eléctrica P de la central de turbina de gas 100 que se produce de este modo se muestra por ejemplo en la figura 5.

45 La figura 5 muestra una representación gráfica de la modificación de la potencia de salida relativa P de una central de turbina de gas 100 de acuerdo con la ejecución, así como la modificación asociada de la cantidad de calor absorbida H en función de la cantidad de vapor suministrada a la turbina de gas. La cantidad de vapor se refiere relativamente a la parte de flujo másico de combustión (STIG-FR: STIG-flow rate). Puede observarse allí que después del suministro de vapor tiene lugar un aumento de la potencia eléctrica P generada a través de la turbina de gas 1. Si el flujo másico de vapor presenta por ejemplo una parte del flujo másico de combustible suministrado de aproximadamente 300 %, tiene lugar entonces un aumento de potencia de aproximadamente un 20 %.

55 A través de una extracción selectiva de calor o de agua desde el circuito de agua - vapor 10 en un primer momento y de un suministro selectivo de agua, por ejemplo como vapor, el cual presenta ese calor, a una turbina de gas, en otro segundo momento consecutivo, puede alcanzarse una flexibilidad mejorada del funcionamiento de la turbina de gas.

La figura 6 muestra una primera forma de ejecución del método de acuerdo con la invención para el funcionamiento flexible de una central de turbina de gas antes descrita, el cual comprende los siguientes pasos:

- accionamiento de la turbina de gas y derivación del gas residual desde la misma, así como transferencia de calor hacia el circuito de agua - vapor para generar vapor (primer paso del método 201);

- transferencia de calor desde el circuito de agua - vapor hacia el acumulador de calor (segundo paso del método 202);

5 - transferencia de calor desde el acumulador de calor hacia el contenedor (tercer paso del método 203);

- transferencia de agua desde el contenedor hacia la turbina de gas, en particular hacia la cámara de combustión de la turbina de gas para aumentar la potencia durante el funcionamiento de la turbina de gas (cuarto paso del método 204).

En las reivindicaciones dependientes se indican otras formas de ejecución.

**REIVINDICACIONES**

1. Central de turbina de gas (100), la cual comprende:

una turbina de gas (1) que presenta un compresor (5), una cámara de combustión (6) y un expansor (7), la cual comprende además un circuito de agua - vapor (10) que se encuentra conectado térmicamente a la turbina de gas (1), de manera que durante el funcionamiento de la turbina de gas (1) el gas residual descargado desde la misma transfiere calor al circuito de agua - vapor (10) para generar vapor, donde el circuito de agua - vapor (10) está conectado térmicamente también a un acumulador de calor (20), el cual por su parte está conectado nuevamente a un contenedor (30) para acumular agua, y donde el contenedor (30) se encuentra acoplado mediante fluidos a la turbina de gas (1), en particular a la cámara de combustión (6) de la turbina de gas (1), de manera que agua puede ser suministrada desde el contenedor (30) de la turbina de gas (1), durante el funcionamiento de la misma, para aumentar la potencia,

caracterizada porque entre el contenedor (30) y la turbina de gas (1) está conectada una válvula flash (50), la cual está diseñada para distender el agua extraída desde el contenedor (30) a un nivel de presión más reducido, donde la válvula flash (50) está diseñada además para separar vapor de agua, para suministrar a la turbina de gas (1) selectivamente el mismo sin una parte líquida igualmente separada del agua así distendida.

2. Central de turbina de gas según la reivindicación 1, caracterizada porque el acumulador de agua (20) comprende el contenedor (30) o es el mismo.

3. Central de turbina de gas según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el circuito de agua - vapor (10) comprende un generador de vapor de recuperación de calor (15), el cual se encuentra conectado al acumulador de calor (20) térmicamente o mediante fluidos.

4. Central de turbina de gas según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el circuito de agua - vapor (10) comprende una turbina de vapor (40) que se encuentra conectada al acumulador de calor (20) térmicamente o mediante fluidos.

5. Central de turbina de gas según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el circuito de agua - vapor (10) y el acumulador de calor (20) no están conectados sólo térmicamente sino también mediante fluidos.

6. Central de turbina de gas según la reivindicación 5, caracterizada porque agua intercambiada entre el circuito de vapor - agua (10) y el acumulador de calor (20) puede ser almacenada de forma intermedia en el contenedor (30).

7. Central de turbina de gas según una de las reivindicaciones 5 ó 6, caracterizada porque la conexión mediante fluidos entre el circuito de agua - vapor (10) y el acumulador de calor (20) en el circuito de agua - vapor (10) se encuentra efectuada en un lugar en donde, en el caso de un funcionamiento regular de la central de turbina de gas (100), existe una presión de vapor que corresponde a la presión en la cámara de combustión (6) de la turbina de gas (1) durante el funcionamiento regular.

8. Central de turbina de gas según una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizada porque la conexión mediante fluidos entre el circuito de agua - vapor (10) y el acumulador de calor (20) se encuentra presente en el circuito de agua - vapor (10) en un generador de vapor de recuperación de calor (15), en particular en el área de una sección de media presión del generador de vapor de recuperación (15).

9. Central de turbina de gas según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el contenedor (30) está diseñado como un contenedor de agua a presión.

10. Central de turbina de gas según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el acumulador de calor (20) está realizado como acumulador de calor sensible y/o como acumulador de calor latente y/o como acumulador de calor termoquímico.

11. Método para el funcionamiento flexible de una central de turbina de gas (100) según una de las reivindicaciones precedentes, el cual comprende los siguientes pasos:

- accionamiento de la turbina de gas (1) y derivación del gas residual desde la misma, así como transferencia de calor hacia el circuito de agua - vapor (10) para generar vapor;

- transferencia de calor desde el circuito de agua - vapor (10) hacia el acumulador de calor (20);

- transferencia de calor desde el acumulador de calor (20) hacia el contenedor (30);

- transferencia de agua desde el contenedor (30) hacia la turbina de gas (1), en particular hacia la cámara de combustión (6) de la turbina de gas (1) para aumentar la potencia durante el funcionamiento de la turbina de gas (1).

5 12. Método según la reivindicación 11, caracterizado porque el paso de la transferencia de calor desde el circuito de agua- vapor (10) hacia el acumulador de calor (20) está incluido en el paso de la transferencia de calor desde el acumulador de calor (20) hacia el contenedor (30).

13. Método según una de las reivindicaciones 11 ó 12, caracterizado porque el paso de la transferencia de agua desde el contenedor (30) hacia la turbina de gas (1) tiene lugar sucesivamente, con respecto al aspecto temporal, en comparación con los otros pasos, en particular en un momento de la salida de potencia aumentada de la turbina de gas (1), en el caso de una demanda aumentada de potencia eléctrica desde una red de suministro de corriente.

10

FIG 1

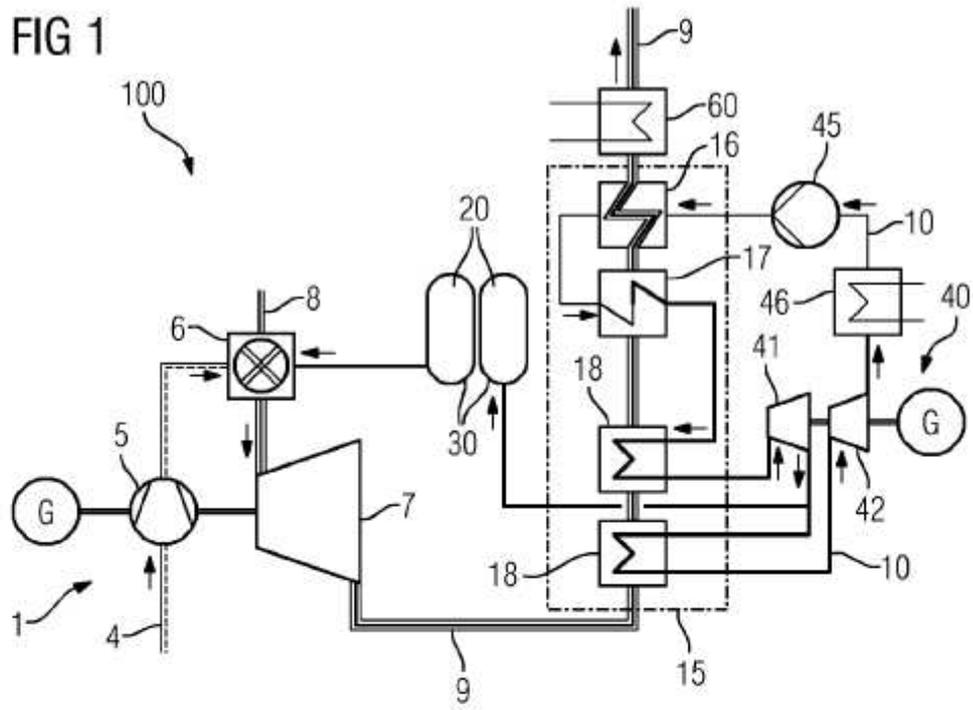


FIG 2

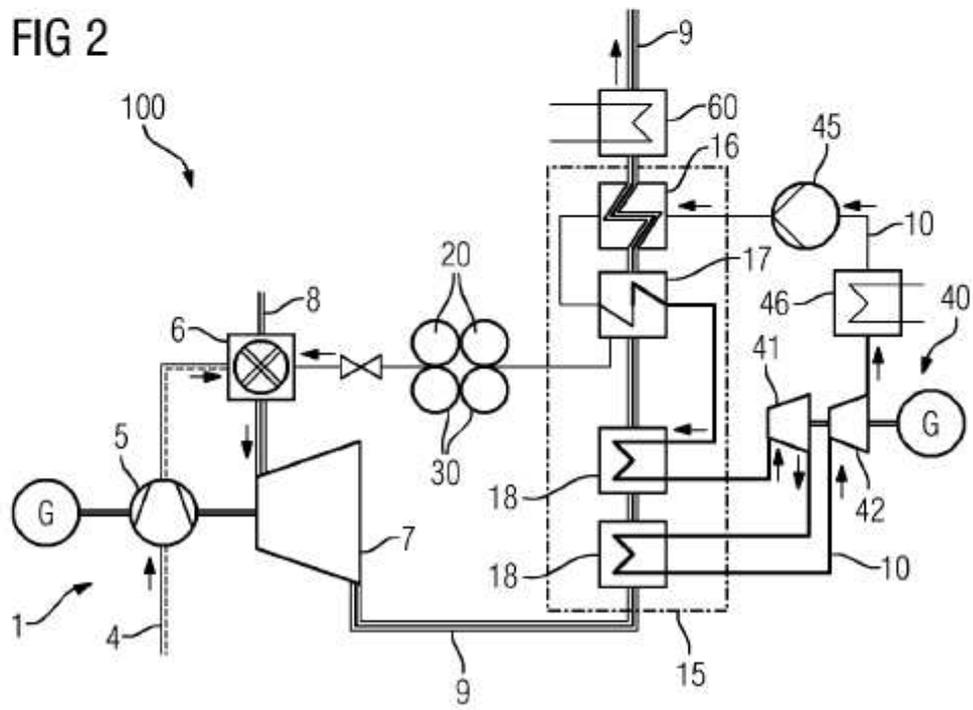


FIG 3

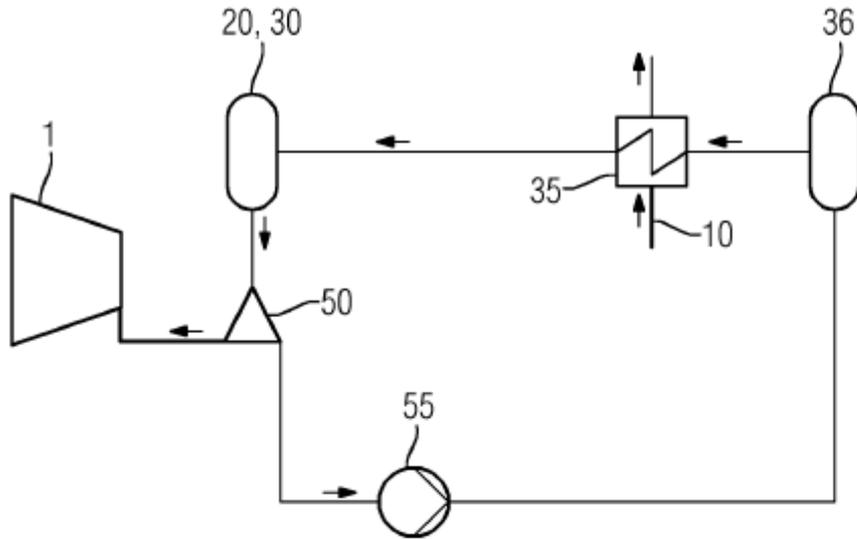


FIG 4

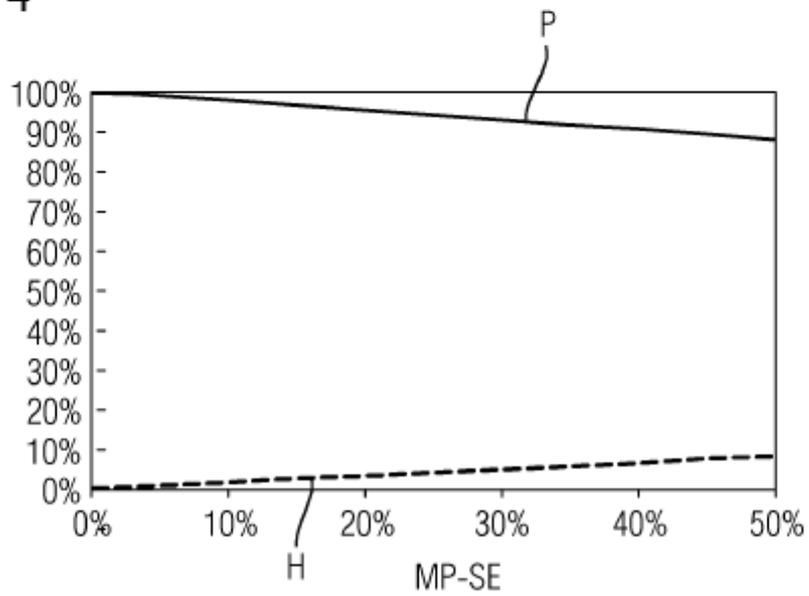


FIG 5

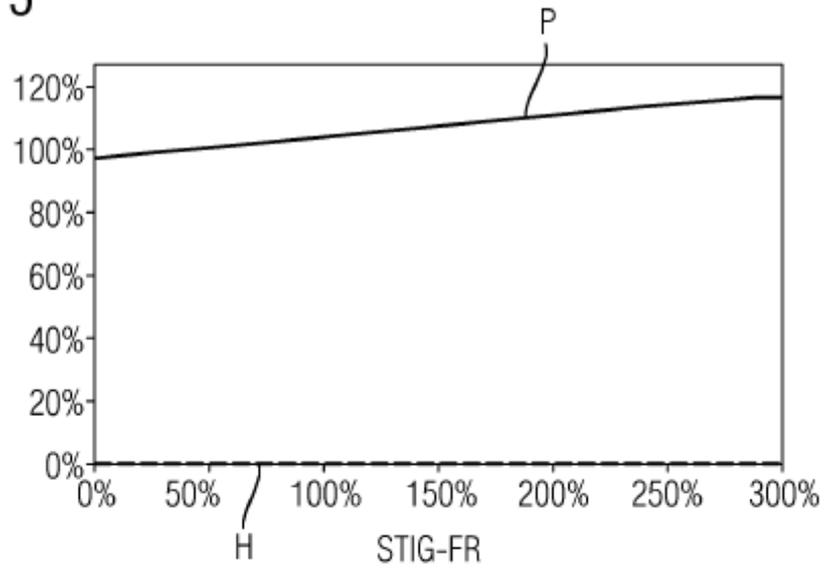


FIG 6

