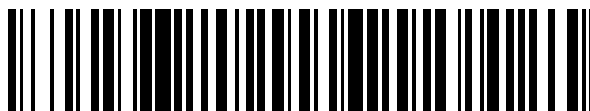


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 556**

51 Int. Cl.:

**F01K 13/02** (2006.01)

**F22B 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2013 PCT/EP2013/055118**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2013 WO13135760**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2013 E 13709885 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017 EP 2815085**

54 Título: **Regulación de potencia y/o regulación de frecuencia en una central térmica de vapor termosolar**

30 Prioridad:

**16.03.2012 DE 102012204218**

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

**06.07.2017**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**BUGGERT, MATTHIAS y  
WIESENMÜLLER, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 622 556 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**

Regulación de potencia y/o regulación de frecuencia en una central térmica de vapor termosolar

5 La presente invención hace referencia a un método para la adaptación del valor deseado, de un valor deseado, en particular para un control automático de potencia y/o para una regulación de frecuencia, así como una regulación primaria y/o secundaria, en una central térmica de vapor termosolar con una fuente de calor primaria no adaptable y una fuente de calor adicional; así como hace referencia a una central térmica de vapor termosolar.

Las centrales térmicas de vapor son ampliamente conocidas, por ejemplo por <http://de.wikipedia.org/wiki/Dampfkraftwerk> (puesta a disposición el 14/03/2012).

10 Una central térmica de vapor es un tipo de construcción de una central eléctrica para generar corriente, donde una energía térmica de vapor de agua, en una turbina de vapor, se convierte en energía cinética y después, en un generador, es transformada en energía eléctrica.

15 En una central térmica de vapor de esa clase, el vapor de agua necesario para el funcionamiento de la turbina de vapor se genera primero en una caldera de vapor, generalmente a partir de agua (de alimentación) previamente purificada y tratada. A través de otro calentamiento del vapor en un sobrecalentador aumentan la temperatura y el volumen específico del vapor.

Desde la caldera de vapor, el vapor circula mediante líneas tubulares hacia la turbina de vapor, donde éste libera hacia la turbina una parte de su energía previamente absorbida como energía cinética. A la turbina se encuentra acoplado un generador que transforma la potencia mecánica en potencia eléctrica.

20 A continuación, el vapor distendido y enfriado circula hacia el condensador, donde éste se condensa en el ambiente a través de transferencia térmica, acumulándose como agua en estado líquido.

A través de bombas de condensado y de precalentadores, el agua es almacenada de forma intermedia en un recipiente de agua de alimentación y después, mediante una bomba de alimentación y a través de precalentadores, es suministrada nuevamente a la caldera de vapor, con lo cual se cierra un circuito.

25 Puede diferenciarse entre distintos tipos de centrales térmicas de vapor, como por ejemplo centrales térmicas de carbón, centrales térmicas de petróleo, centrales térmicas combinadas de gas y vapor (centrales de ciclo combinado), así como también centrales térmicas de vapor termosolares (a continuación denominadas de forma abreviada como centrales generadoras termosolares).

Las centrales generadoras termosolares son igualmente conocidas, por ejemplo a través de <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenwärmekraftwerk> (puesta a disposición el 14/03/2012).

30 Una central generadora termosolar consiste en una forma especial de una central térmica de vapor, en donde energía solar es utilizada como fuente de energía primaria, así como fuente de calor para la generación de vapor.

Para ello, una central generadora termosolar de esa clase presenta dos circuitos - acoplados (térmicamente) mediante un intercambiador de calor- un circuito primario (circuito solar) y un circuito secundario (circuito de agua-vapor), es decir, que opera según un principio de circuito doble.

35 En el circuito primario o circuito solar, a través de la radiación solar, se calienta allí un medio de transferencia térmica que usualmente circula a través de una pluralidad de colectores solares, dispuestos en un campo de colectores solares, donde por ejemplo dicho medio es aceite (térmico) (fuente primaria de calor/ energía, así como suministro primario de energía/calor).

40 El medio de transferencia térmica calentado circula después a través del intercambiador de calor, en donde la energía térmica absorbida es transmitida al circuito secundario, al circuito de agua-vapor, así como al medio de proceso que se encuentra allí, es decir, a un agua (de alimentación).

A continuación, el medio de transferencia térmica - ahora enfriado - regresa a los colectores solares, debido a lo cual se cierra el circuito primario o circuito solar.

45 A través de la transferencia térmica desde el circuito primario hacia el circuito secundario o circuito de agua - vapor, allí el agua (de alimentación) se transforma en vapor de agua, es decir que se calienta, se evapora y se sobrecalienta, circulando mediante líneas tubulares hacia la turbina de vapor, en donde el vapor de agua libera una parte de su energía a la turbina, a través de distensión, como energía cinética.

A través del generador acoplado a la turbina, la potencia mecánica se transforma entonces en potencia eléctrica, la cual se proporciona a una red eléctrica como corriente eléctrica.

5 Usualmente, debajo de la turbina está dispuesto el condensador, en donde el vapor - después de la distensión en la turbina - transmite la mayor parte de su calor al agua de refrigeración. Durante ese proceso, el vapor se licúa a través de condensación.

La bomba de agua de alimentación transporta el agua líquida producida nuevamente como agua de alimentación al intercambiador de calor, con lo cual también se cierra el circuito secundario.

10 Toda la información que se produce en una central térmica de vapor termosolar, como por ejemplo valores de medición, datos de procesos o de estados, se visualiza en una sala de control y allí se evalúa, generalmente en una unidad de cálculo central, donde los estados de funcionamiento de los componentes individuales de la central térmica son visualizados, evaluados, controlados, comandados y/o regulados.

Mediante elementos de control, el personal de la central eléctrica puede intervenir en la secuencia de funcionamiento de la central eléctrica, por ejemplo abriendo o cerrando un equipo o una válvula, o también modificando una cantidad de combustible suministrada.

15 Un ordenador principal constituye una parte central de una sala de control de esa clase, en donde se implementa un sistema de control en bloque, una unidad central de control o de mando y/o una unidad de regulación -por ejemplo como un sistema de automatización/software de automatización, mediante los cuales pueden realizarse un control y/o una regulación de la central generadora termosolar.

20 En un mercado de electricidad desregulado se consideran cada vez más importantes un funcionamiento de carga flexible de las centrales generadoras y equipos para regular la frecuencia en redes eléctricas, para el funcionamiento de la central generadora.

En cuanto a la regulación de la frecuencia en las redes eléctricas se diferencian distintos tipos de regulación de frecuencia, por ejemplo una regulación primaria y una regulación secundaria, con o sin la así llamada banda inactiva.

25 Puesto que la energía eléctrica no puede almacenarse en el recorrido desde el generador hacia el consumidor, la generación de corriente y el consumo de corriente deben estar equilibrados en todo momento en la red eléctrica, es decir que precisamente debe generarse tanta energía eléctrica como es consumida. La frecuencia de la energía eléctrica consiste en la variable de regulación de integración y adopta el valor nominal de la frecuencia de la red, en tanto la generación de corriente y el consumo de corriente estén equilibrados. Las velocidades de rotación de los generadores de la central eléctrica conectados a una red de electricidad están sincronizadas con esa frecuencia de la red.

30 Si en un momento determinado se produce un déficit de producción en la red eléctrica, entonces dicho déficit es cubierto en primer lugar a través de una energía contenida en masas oscilantes de máquinas rotativas (turbinas, generadores). Las máquinas mencionadas se frenan a causa de ello, de manera que se reduce aún más su velocidad de rotación y, con ello, la frecuencia (de la red).

35 Si esa disminución de la frecuencia de la red no se contrarresta a través de una regulación adecuada de la potencia, así como de la frecuencia en la red eléctrica, lo mencionado conduciría al colapso de la red.

Dentro de la así llamada banda inactiva en el rango de pequeñas desviaciones de frecuencia de hasta +/- 0,07-0,1 Hz, en un caso normal, no se produce ninguna clase de intervenciones de regulación. En ese rango sólo es posible un control opuesto lento retardado para compensar desviaciones existentes entre la generación y el consumo.

40 Desviaciones de frecuencia más importantes, en el rango de 0,1-3,0 Hz, provocadas por ejemplo a través de fallos en la central generadora y de fluctuaciones en el consumo de corriente, son repartidas a través del controlador primario en toda la red eléctrica, en las centrales generadoras que toman parte en la regulación primaria. Éstas proporcionan una así llamada reserva de regulación primaria, es decir, una reserva de potencia que se suministra automáticamente a la red eléctrica desde las centrales generadoras involucradas, para compensar el desequilibrio entre la generación y el consumo dentro de segundos, a través de la regulación de la generación.

45 La regulación primaria se utiliza de este modo para estabilizar la frecuencia de la red en el caso de la desviación más reducida posible, pero en un nivel que difiere de un valor nominal predeterminado de frecuencia de la red.

50 La regulación secundaria que sigue a la regulación primaria cumple la función de restablecer nuevamente el equilibrio entre los generadores y los consumidores de corriente en la red eléctrica, retornando de este modo la frecuencia de la red nuevamente al valor nominal predeterminado de frecuencia de la red, por ejemplo 50 Hz.

Las centrales generadoras que toman parte en la regulación secundaria proporcionan una reserva de regulación secundaria para retornar la frecuencia de la red nuevamente al valor nominal predeterminado de frecuencia de la red, restableciendo el equilibrio en la red eléctrica.

5 La exigencia de la reserva de regulación primaria y el suministro de la reserva de regulación primaria a la red de suministro se producen de forma automática a través de los dispositivos de regulación de la central generadora involucrada (la red eléctrica como tal, así como la modificación de la frecuencia en la red eléctrica, requieren la reserva de regulación primaria), mientras que la regulación secundaria se requiere a través de un regulador de la red de orden superior en la red eléctrica en las centrales generadoras que toman parte en la regulación secundaria, donde entonces, ante ese requerimiento, se suministra a la red eléctrica desde las centrales generadoras.

10 En parte, el suministro de la reserva de regulación de frecuencia o de regulación primaria y secundaria es obligatorio para las centrales generadoras en un alcance determinado - a través de reglamentaciones nacionales; las reservas de regulación puestas a disposición por las centrales generadoras son abonadas a las centrales generadoras generalmente como servicios especiales de la red.

15 De este modo, también para las centrales térmicas de vapor termosolares la participación en la regulación de frecuencia o en un funcionamiento de regulación de potencia puede resultar atractiva desde el punto de vista económico. Además, con una ampliación de las energías regenerativas (por ejemplo energía eólica) se espera una intensificación de los requerimientos relativos a una capacidad de regulación de diferentes tipos de centrales generadoras. De este modo, puede esperarse que el requerimiento respectivo a la regulación de frecuencia se establezca en el futuro también para centrales generadoras termosolares.

20 Sin embargo, el funcionamiento de una central generadora termosolar presenta la desventaja de que la misma, debido a la fuente de calor primaria que no puede adaptarse libremente y debido a una inercia del proceso termosolar, no puede ser regulada en cuanto a la potencia y/o a la frecuencia.

25 Como una fuente de calor primaria que no puede adaptarse libremente se entiende que esa fuente de calor primaria está sujeta a condiciones que se ubican por fuera de una influencia por parte de la central generadora y que, con ello, no puede adaptarse libremente - desde el punto de vista de la central generadora. De este modo, por ejemplo, la radiación solar o su suministro de calor primario en el medio de transferencia térmica se encuentra sujeto a modificaciones más o menos azarosas, no previsible, como por ejemplo a través de una radiación solar variable o a la nubosidad, debido a lo cual una fuente de calor de esa clase no puede adaptarse libremente por parte de la central generadora.

30 También una extensión superficialmente grande del campo de colectores solares conduce a modificaciones retardadas en gran medida en cuanto al aspecto temporal en el campo de colectores solares. De este modo, a través de una modificación de un enfoque de los colectores solares no puede provocarse una modificación de la potencia del generador, precisa en cuanto al objetivo, lo cual igualmente limita en alto grado la capacidad de regulación de potencia y/o de frecuencia en una central generadora termosolar.

35 Una regulación de potencia y/o de la frecuencia, así como una regulación primaria y secundaria, así como el suministro de una reserva de regulación de frecuencia primaria y/o secundaria - del modo deseado o requerido -no es posible en las centrales generadoras termosolares de esa clase.

40 No obstante, para posibilitar una cierta adaptación de la potencia en las centrales generadoras termosolares, puede proporcionarse una fuente de calor adicional a la fuente de calor primaria (en el circuito solar), por ejemplo una combustión de gas natural adicional mediante una caldera de gas natural especial, en el circuito primario.

45 Esa fuente de calor adicional, así como en especial una combustión de gas natural adicional de esa clase, en particular dispuesta en el circuito solar, directamente antes del cambiador de calor o intercambiador de calor, dependiendo de la necesidad, permite adaptar la temperatura del medio de transferencia térmica en el circuito primario, debido a lo cual en el circuito secundario puede generarse potencia eléctrica más o menos correspondiente.

50 En este caso, a través de la fuente de calor adicional, por ejemplo de la combustión de gas natural, dependiendo de la necesidad, se suministra o se reduce calor, de manera que la potencia eléctrica suministrada de la central generadora, en una central generadora termosolar de esa clase, puede aumentarse con una fuente/suministro de calor primario que no puede adaptarse libremente, así como en cierta medida, pueden atravesarse rampas de potencia eléctricas, así como puede realizarse una regulación de frecuencia o primaria y/o una regulación secundaria.

También en este caso, es decir, en el caso de una central generadora termosolar de esa clase con fuente de calor primaria - que no puede adaptarse libremente, y fuente de calor adicional, al igual que en las centrales generadoras

termosolares en general - la potencia que puede alcanzarse se limita solamente a través de una potencia a capacidad plena determinada, es decir, una potencia de la central generadora que puede suministrarse de forma máxima en función del estado de los equipos auxiliares individuales que limitan la potencia (por ejemplo bombas de alimentación en funcionamiento).

- 5 Además, la fuente de calor adicional en el circuito primario puede usarse también para mantener en estado líquido el medio de transferencia térmica ("protección anti - congelamiento").

10 Una medida de la utilización de la fuente de calor adicional, como por ejemplo de la combustión de gas natural adicional, sin embargo, se basa sólo y únicamente en consideraciones económicas, pero una combustión adicional de esa clase o un suministro de calor requieren costes adicionales/aumentados para el combustible y la central generadora.

15 Aun cuando a través de un suministro de calor adicional de esa clase, según ese principio, es posible una cierta adaptación de la potencia en las centrales generadoras termosolares mencionadas, se mantiene la desventaja de no poder prever en qué área o medida es posible la adaptación de potencia, así como una regulación de potencia es posible debido a que las variaciones en la fuente de calor primaria - que no puede adaptarse - es decir, de la energía solar, no pueden ser influenciadas y se presentan de forma más o menos azarosa.

20 Sin embargo, con ello, tampoco una central generadora termosolar de esa clase- con fuente de calor primaria que no puede adaptarse libremente y fuente de calor adicional - debido a las variaciones que se presentan de forma azarosa en el suministro de calor primario, no puede regularse en cuanto a la potencia y/o a la frecuencia, así como de forma primaria o secundaria, lo cual - como efecto lo menos negativo - implica pérdidas de ingresos correspondientes para la compañía operadora de la central generadora.

25 Para acelerar modificaciones de potencia en el marco de la regulación de frecuencia, así como de la regulación secundaria y/o primaria en centrales térmicas de vapor, es conocido el hecho de implementar medidas adicionales que actúan con rapidez, las cuales se basan en el aprovechamiento de la energía contenida en el medio de proceso de la central térmica de vapor, es decir, en el agua de alimentación o en el vapor de agua ("alimentador térmico en el circuito de agua - vapor") ("Flexible Load Operation and Frequency Support for Steam Turbine Power Plants", Wichtmann y otros, VGB PowerTech 7/2007, páginas 49 - 55).

30 Ejemplos conocidos de ello son una estrangulación de una válvula de control de la turbina de alta presión, una línea de sobrecarga hacia la turbina de partes de alta presión, una retención de condensado, una desviación del lado de agua de alimentación de precalentadores de alta presión, así como una obstrucción de las líneas de vapor de extracción hacia los precalentadores de alta presión.

No obstante, esos acumuladores de energía inmanentes al medio del proceso, así como ese acumulador térmico en el circuito de agua - vapor están limitados, de manera que, debido a ello, la reserva de regulación disponible también se encuentra limitada.

35 También existe la necesidad de llenar nuevamente un acumulador térmico de esa clase en el circuito de agua - vapor, cuando el acumulador de energía o acumulador térmico está una vez consumido/vaciado, lo cual restringe aún más las reservas de regulación.

El documento DE 195 10 343 A1 describe un método para optimizar una central generadora según el estado del arte.

40 El objeto de la presente invención consiste en crear un método que posibilite una regulación de potencia y/o una regulación de frecuencia o primaria y/o secundaria, en particular automática o automatizada en una central generadora termosolar con una fuente de energía primaria que no puede ser adaptada y una fuente de calor adicional. El objeto de la presente invención consiste además en crear una central generadora termosolar adecuada para una regulación de potencia y/o una regulación de frecuencia o primaria y/o secundaria, en particular automática o automatizada.

45 Dicho objeto se alcanzará a través del método para adaptar un valor deseado, de un valor deseado, en particular para una regulación de potencia y/o una regulación de frecuencia automáticas, en una central térmica de vapor termosolar con una fuente de calor primaria que no puede adaptarse y una fuente de calor adicional, así como también a través de la central generadora termosolar, con las características según la respectiva reivindicación independiente.

50 En las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos preferentes de la invención. Los perfeccionamientos se refieren tanto al método de acuerdo con la invención, así como también a la central generadora termosolar de acuerdo con la invención. La central generadora termosolar de acuerdo con la invención

es adecuada en particular para ejecutar el método de acuerdo con la invención o uno de sus perfeccionamientos que se indican a continuación.

La invención y los perfeccionamientos descritos pueden realizarse tanto en software como también en hardware, por ejemplo utilizando una conexión eléctrica especial.

- 5 Una realización de la invención o de un perfeccionamiento descrito es posible además a través de un medio de almacenamiento que puede ser leído por un ordenador, en donde se encuentra almacenado un programa informático que realiza la invención o un perfeccionamiento.

10 La invención y/o cada uno de los perfeccionamientos descritos pueden realizarse también a través de un producto de un programa informático que presenta un medio de almacenamiento en donde se encuentra almacenado un programa informático que realiza la invención o el perfeccionamiento.

La invención hace referencia a una central generadora termosolar con un circuito primario, así como con un circuito secundario acoplado (térmicamente), en particular mediante un intercambiador de calor.

- 15 En el circuito primario, con respecto a una fuente de calor primaria que no puede adaptarse, para un suministro de calor primario, se proporciona una fuente de calor adicional para un aumento (adicional) o una reducción del suministro de calor de un medio de transferencia térmica que circula en el circuito primario, por ejemplo de un aceite (térmico).

20 De acuerdo con la invención, según el método para adaptar el valor deseado, de un valor deseado, se prevé que para al menos un momento predeterminado durante un funcionamiento de la central generadora termosolar se determine un rango de regulación de potencia actual y/o un rango de regulación de frecuencia actual (ventana de potencia) para la central generadora termosolar.

Ese rango de potencia actual o rango de regulación de potencia actual y/o rango de regulación de frecuencia de la central térmica de vapor termosolar se limita a través de un límite de rango de regulación inferior y a través de un límite de rango de regulación superior.

- 25 Además, el rango de potencia actual se predetermina utilizando una potencia actual en base al suministro de calor primario actual a través de la fuente de calor primaria, así como utilizando un rango de potencia proveniente de la fuente de calor adicional.

Expresado de otro modo, el rango de potencia actual resulta de la potencia actual proveniente del suministro de calor primario actual, a través de la fuente de calor primaria, así como agregando el rango de potencia de la fuente de calor adicional - o de varias fuentes de calor adicionales.

- 30 En el límite del rango de regulación inferior se considera una reserva de potencia inferior con al menos una parte de reserva para una regulación de potencia y/o una regulación de frecuencia, así como una regulación de frecuencia primaria y/o secundaria. En el límite de rango de regulación superior se considera igualmente una reserva de potencia superior con al menos una parte de la reserva para una regulación de potencia y/o para una regulación de la frecuencia, así como de la frecuencia primaria y/o secundaria.

- 35 En la adaptación del valor deseado, por tanto, un valor deseado actualmente predeterminado, por ejemplo por un distribuidor de carga, de la central generadora termosolar, en el caso de que el valor deseado actualmente predeterminado se ubique por fuera del rango de potencia actual, se regula en el rango de potencia actual.

De este modo, los límites del rango de potencia actual pertenecen también al rango de potencia actual.

- 40 Expresado de otro modo o de forma simplificada, de acuerdo con la invención, un rango de potencia actual (ventana (de potencia)) para la central generadora se determina en un momento de funcionamiento de esa central generadora termosolar con una fuente de calor primaria que no puede adaptarse y con una fuente de calor adicional.

- 45 El rango de potencia actual mencionado se determina a través de la potencia que puede alcanzarse a través de la fuente/suministro de calor primario, es decir, a través de la energía solar - debido a lo cual el rango de potencia se despliega como ventana - por una parte a través de la potencia que puede alcanzarse a través del suministro de calor adicional mínimo posible (combustión o suministro mínimo de calor adicional) y por otra parte a través de la potencia que puede alcanzarse a través del suministro de calor adicional máximo posible (combustión o suministro máximo de calor adicional).

Con ese suministro de calor adicional posible mínimo y máximo deben considerarse condiciones de contorno técnicas máximas posibles - hacia abajo y hacia arriba - de la fuente de calor adicional.

5 El suministro de calor adicional mínimo puede resultar a partir del hecho de que es necesaria una cantidad (mínima) determinada de suministro de calor adicional para operar de forma estable la fuente de calor adicional. De manera correspondiente, un suministro de calor adicional mínimo puede resultar a partir del hecho de que se encuentra limitado un funcionamiento estable de la fuente de calor adicional "hacia arriba".

10 Asimismo, se considera conveniente proporcionar una fuente de calor adicional de esa clase, la cual posibilite una entrada de calor rápida en el medio de transferencia térmica, por ejemplo una combustión de gas natural y/o la cual pueda regularse- dentro de rangos más amplios. En particular, en este caso pueden ser convenientes varias fuentes de calor adicionales más pequeñas ("denominación pequeña") en lugar de una fuente de calor adicional más grande.

15 A modo de ejemplo, el suministro de calor adicional para el medio de transferencia térmica, así como en el medio de transferencia térmica, puede ser una combustión de gas natural con un quemador de gas natural especial o una caldera de gas natural correspondiente - o en el caso de fuentes de calor más pequeñas - con varios quemadores o calderas de gas natural, o el suministro puede realizarse mediante éstos. Son posibles también otras combustiones adicionales, como por ejemplo una combustión de carbón o de aceite.

En los límites de ese rango de potencia actual proveniente del suministro de calor primario actual y del suministro de calor adicional (suministro de calor adicional mínimo y máximo) se "incorpora" o se considera respectivamente una reserva de potencia con al menos una parte de reserva de potencia para la regulación de potencia y/o la regulación de frecuencia, así como regulación de frecuencia primaria y/o secundaria.

20 Es decir, que los límites de ese rango de potencia actual se desplazan de forma conjunta respectivamente en esa reserva de potencia que debe incorporarse o considerarse, debido a lo cual el rango de potencia actual se reduce en esas dos reservas de potencia en el límite superior y en el límite inferior, y debido a lo cual para ese rango de potencia actual se encuentra a disposición o se garantiza una parte de reserva para una regulación de potencia y/o regulación de frecuencia, así como regulación de frecuencia primaria y/o secundaria.

25 Los límites del rango de potencia actual deben considerarse como pertenecientes al rango.

30 Los límites mencionados, como limitaciones o como ventana (de potencia)/rango de potencia actual, pueden considerarse entonces como limitación en un regulador del valor deseado de esa central generadora termosolar, el cual regula dentro de la ventana de potencia actual el valor deseado actualmente predeterminado en caso de que éste se ubique por fuera de la ventana de potencia actual, así como lo conduce hacia la ventana de potencia actual (adaptación del valor deseado).

Tal como se observa claramente, en este caso el valor deseado actual y que debe ser adaptado puede desplazarse al menos hasta/cerca de los límites de la ventana superior o inferior relevantes de forma correspondiente.

35 Otro desplazamiento del valor deseado dentro de la ventana de potencia actual es posible, por ejemplo hasta el centro de la ventana de potencia, donde sin embargo se considera conveniente llevar el valor deseado "sólo" hasta el límite de la ventana de potencia, para evitar con ello variaciones de potencia innecesariamente elevadas de la instalación.

Si el valor deseado predeterminado o adaptado de esa central generadora termosolar se ubica entonces dentro de esa ventana de potencia siempre es posible, así como se garantiza, una regulación de potencia, como una rampa de potencia eléctrica, la regulación secundaria o primaria, de esa central generadora termosolar.

40 Independientemente de ello, la potencia que puede ser alcanzada de esa central generadora termosolar se limita solamente a través de una potencia a capacidad plena determinada, es decir, una potencia máxima que puede suministrarse, de la central generadora termosolar, en función del estado de los equipos auxiliares individuales que limitan la potencia (por ejemplo bombas de alimentación en funcionamiento).

45 La ventana de potencia actual y/o sus límites - con el fin de una información - pueden transmitirse también a los distribuidores de carga.

50 Si la invención, así como el método de acuerdo con la invención, se realizan durante un transcurso temporal, es decir, en momentos sucesivos, de un intervalo de tiempo, por ejemplo de una fase de funcionamiento o de una duración de funcionamiento de esa central térmica de vapor/central generadora termosolar, entonces con la modificación de la cantidad de calor primaria que se encuentra actualmente disponible, en particular de la radiación solar (en el tiempo), la ventana de potencia, dentro de la cual el valor deseado debe ubicarse para garantizar la

regulación de potencia y/o la regulación de frecuencia, así como de frecuencia primaria y/o secundaria, en esa central térmica de vapor, se desplaza sólo de forma automática hacia arriba o hacia abajo.

Se asocia a ello una adaptación automática del rango de regulación posible del regulador del valor deseado.

5 Un valor deseado actual, el cual se ubicaría de forma repentina por encima del límite superior de la ventana de potencia debido a una disminución de la cantidad de calor primaria, en particular por ejemplo en caso de que se nuble, y/o de la capacidad de cantidad térmica adicional, es adaptado de forma correspondiente por el regulador del valor deseado, es decir que el mismo es llevado automáticamente hacia abajo por la limitación superior descendente.

10 Tan pronto como debido a una modificación o aumento de la cantidad de calor primaria, en particular por ejemplo debido a una radiación solar no nublada y/o a un aumento de la capacidad de cantidad de calor adicional, la limitación superior se desplaza nuevamente hacia arriba, el valor deseado, llevado hacia abajo anteriormente con el límite superior de la ventana de potencia, obtiene "juego hacia arriba", donde el valor deseado puede ser adaptado también nuevamente hacia arriba, tanto como sea posible.

15 Es decir que el valor deseado puede aprovechar el juego (de potencia) puesto a disposición a través del desplazamiento hacia arriba del límite de ventana de potencia superior y puede desplazarse hacia arriba tanto como sea posible, es decir, limitado nuevamente por el límite de ventana de potencia que se desplaza hacia arriba, en la dirección del valor deseado predeterminado que se ubica por fuera de la ventana de potencia de ese momento.

20 Lo mencionado puede tener lugar hasta que el valor deseado alcanza el nivel predeterminado original que se ubica por fuera de la ventana de potencia de ese momento, o hasta que se predetermina un nuevo valor deseado que se ubica dentro de la ventana de potencia actual.

Sin embargo, de manera alternativa, el valor deseado puede dejarse primero también en el nivel en donde el límite de ventana de potencia superior se desplaza hacia arriba, hasta que se predetermine un nuevo valor deseado actual.

25 Lo correspondiente aplica también para valores deseados actuales que se ubican repentinamente por fuera del límite inferior de la ventana de potencia.

De este modo, la central generadora termosolar, cuyo suministro de calor primario no puede adaptarse libremente, en todo caso - a diferencia de las soluciones anteriores - puede ser regulado en cuanto a la potencia y/o a la frecuencia, es decir, que puede regularse de forma primaria y secundaria en el funcionamiento de regulación de potencia.

30 La compañía operadora obtiene con ello además los pagos correspondientes. Con el fin de una información, los límites de la ventana de potencia, así como del rango de potencia actual, pueden transmitirse también al distribuidor de carga.

35 La central generadora termosolar de acuerdo con la invención, correspondiente a lo mencionado, presenta un medio de procesamiento de datos, en particular de una unidad de cálculo programada, implementado en particular en un sistema de control en bloque, el cual se encuentra configurado de manera que puede ejecutarse el método de acuerdo con la invención para la adaptación a un valor deseado, de un valor deseado.

40 De este modo, el método de acuerdo con la invención para la adaptación a un valor deseado, de un valor deseado, como también la central generadora termosolar correspondiente de acuerdo con la invención, posibilitan una regulación de la potencia y/o una regulación de la frecuencia, así como una regulación de frecuencia primaria y/o secundaria automatizadas, porque aquí el valor deseado predeterminado o adaptado de esa central generadora termosolar se ubica entonces (siempre) dentro de esa ventana de potencia, donde siempre es posible o se garantiza una regulación de potencia, como una rampa de potencia eléctrica, la regulación secundaria o primaria, de esa central generadora termosolar.

Se ha comprobado que la invención es muy ventajosa en numerosos aspectos.

45 De este modo, la invención posibilita un funcionamiento de regulación de potencia automático o automatizado de la central generadora termosolar. En particular, la invención posibilita una capacidad de regulación de frecuencia, así como primaria y/o secundaria, de la central generadora termosolar.

50 De este modo, puede cumplirse con condiciones exigidas con respecto a la conexión de red, por parte de una central generadora termosolar operada según la invención. Además, la compañía operadora obtiene pagos correspondientes por la regulación primaria y/o secundaria.



En las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos preferentes de la invención. Los perfeccionamientos se refieren tanto al método de acuerdo con la invención, así como también a la central generadora de acuerdo con la invención.

5 En particular se considera conveniente implementar el método de acuerdo con la invención o su perfeccionamiento en un sistema de control en bloque de la central generadora termosolar, el cual puede ejecutar el método de acuerdo con la invención y/o sus perfeccionamientos - y así, de forma correspondiente - puede controlar y/o regular, así como conducir, la central generadora termosolar de modo correspondiente.

10 Se considera conveniente además conducir la central generadora termosolar, así como regular los valores deseados, de manera que éstos - en el caso de una adaptación - se ubiquen en/cerca del límite de la ventana de potencia. Es decir, que la adaptación de valores deseados actuales que se ubican por fuera de la ventana de potencia puede tener lugar ampliamente, de manera que los mismos pueden regularse respectivamente al valor del límite del respectivo rango de potencia actual correspondiente.

También es posible llevar más lejos en el respectivo rango de potencia actual, por ejemplo hasta su centro, los valores deseados que se ubican por fuera de rango de potencia actual.

15 Una vez que la ventana de potencia, así como el tamaño de la ventana determinado, se ha ubicado por debajo de un rango mínimo predeterminado, por ejemplo debido a que la potencia, a causa del suministro de calor primario, ya se aproxima a la potencia máxima de la instalación o a su potencia a capacidad plena, la instalación se lleva al valor real, eliminándose la influencia del distribuidor de carga, así como la influencia de la regulación primaria/secundaria.

20 De manera adicional, la central generadora termosolar mencionada naturalmente puede limitarse también en correspondencia con la potencia a capacidad plena, para evitar una falla de la central generadora termosolar en el caso de limitaciones a través de componentes que determinan la potencia.

25 De acuerdo con otro perfeccionamiento preferente, en particular en el funcionamiento automatizado de la central generadora termosolar puede preverse que el valor deseado actualmente predeterminado de esa central generadora termosolar, en caso de que el valor actualmente predeterminado se ubique por encima del rango de potencia actual, pueda ser llevado hacia abajo, al menos hasta el límite del rango de regulación superior, en particular de forma automática a través de un regulador del valor deseado. De manera especialmente preferente, el valor deseado actualmente predeterminado puede ser llevado precisamente hasta el límite superior del rango de potencia actual.

30 De manera correspondiente puede preverse que el valor deseado actualmente predeterminado de la central generadora termosolar, en el caso de que el valor deseado actualmente predeterminado se ubique por debajo del rango de potencia actual, sea llevado hacia arriba, al menos hasta el límite del rango de potencia inferior, en particular de forma automática a través de un regulador del valor deseado. De manera especialmente preferente, el valor deseado actualmente predeterminado puede ser llevado precisamente hasta el límite inferior del rango de potencia actual.

35 De manera especialmente preferente, según un perfeccionamiento, el suministro de calor adicional tiene lugar a través de una combustión de gas natural, mediante uno o varios quemadores de gas natural o calderas de gas natural correspondientes, donde gracias a ello resulta un rango de potencia en base a una combustión de gas natural mínima y a una combustión de gas natural máxima.

40 Por consiguiente, puede preverse además que el rango de potencia actual se determine utilizando la potencia actual proveniente de la fuente de calor primaria, más la potencia mínima posible proveniente de la fuente de calor adicional (suministro de calor mínimo), así como utilizando la potencia actual proveniente de la fuente de calor primaria más la potencia máxima posible proveniente de la fuente de calor adicional (suministro de calor máximo).

45 Además, en el límite del rango de regulación inferior puede considerarse un aporte económico de la fuente de calor adicional. De este modo, debido a motivos económicos, puede ser conveniente considerar un aporte de potencia de la fuente de calor adicional - el cual debe ser determinado bajo puntos de vista económicos. El límite del rango de regulación inferior se incrementa entonces en ese aporte de potencia económico de la fuente de calor adicional, lo cual reduce la ventana del rango de potencia en ese rango de potencia económico.

50 De acuerdo con un perfeccionamiento preferente puede preverse también que en la reserva de potencia inferior - más la reserva para la regulación de potencia, se considere otra reserva para una combustión inferior en el caso de rampas de potencia y/u otra reserva para una descarga de un acumulador de vapor y/o para una atenuación ("damping").

Puede preverse también que en la reserva de potencia superior - más la reserva para la regulación de potencia - se considere otra reserva para una combustión superior en el caso de rampas de potencia y/u otra reserva para una carga de un acumulador de vapor y/o para una atenuación ("damping").

5 En un perfeccionamiento preferente, el límite del rango de regulación inferior se determina a través de la potencia actual proveniente del suministro de calor primario actual, más la potencia mínima posible proveniente del suministro de calor adicional, más el aporte de potencia económico de la fuente de calor adicional, así como más la reserva de potencia inferior.

10 Ese límite del rango de regulación inferior, a modo de ejemplo, puede adecuarse o expresarse matemáticamente del siguiente modo: suministro de calor primario actual + suministro de calor adicional mínimo, por ejemplo combustión de gas natural mínima, + aporte de potencia económica de la fuente de calor adicional + reserva de potencia inferior, por ejemplo reserva para combustión inferior en rampas de potencia, reserva de regulación de potencia, reserva "damping" (atenuación) – y reserva para medidas eventuales durante la regulación primaria.

15 De acuerdo con otro perfeccionamiento preferente, el límite del rango de regulación superior se determina a través de la potencia actual proveniente del suministro de calor primario actual más la potencia máxima posible proveniente del suministro de calor adicional, así como menos la reserva de potencia superior.

20 También ese límite del rango de regulación superior, a modo de ejemplo, puede adecuarse o expresarse matemáticamente del siguiente modo: suministro de calor primario actual + suministro de calor adicional máximo, por ejemplo combustión de gas natural adicional, - reserva de potencia superior, por ejemplo reserva para combustión superior en rampas de potencia, reserva de regulación de potencia, reserva "damping" (atenuación) – y reserva para medidas eventuales durante la regulación primaria.

En otro perfeccionamiento preferente se prevé que el rango de potencia actual de la central generadora termosolar se comunique a un regulador del valor deseado de esa central térmica de vapor, el cual adapta el valor deseado actualmente predeterminado de esa central generadora, en el caso de que éste se ubique por fuera del rango de potencia actual, es decir, llevándolo hacia el rango de potencia actual.

25 Puede preverse también que el límite del rango de regulación inferior y/o el límite del rango de regulación superior y/o el rango de potencia actual de la central generadora termosolar sean transmitidos a un distribuidor de carga de una red del distribuidor de corriente, al cual se encuentra conectada esa central generadora termosolar.

30 Preferentemente se prevé también que, cuando el rango de potencia actual determinado de la central generadora termosolar se ubica por debajo de un rango mínimo predeterminado, el valor deseado actualmente predeterminado sea llevado a un valor real y/o que se interrumpa una influencia del distribuidor de carga y/o una influencia de la regulación primaria y/o secundaria.

De manera especialmente preferente, la invención, así como la adaptación al valor deseado de acuerdo con la invención, se realiza respectivamente en varios momentos, en particular en una pluralidad de momentos, de un intervalo de tiempo predeterminado durante el funcionamiento de la central generadora termosolar.

35 De este modo, el intervalo de tiempo es una duración de funcionamiento predeterminada de esa central térmica de vapor. Los momentos pueden formar una serie temporal en el intervalo de tiempo.

De este modo, durante el funcionamiento de esa central generadora termosolar, la invención puede conectarse, así como activarse, en un momento predeterminable y por un período predeterminable.

40 La central generadora termosolar operada anteriormente, es decir antes del momento de conexión, según la cantidad de calor primaria actualmente disponible, durante el período predeterminado, es llevada entonces a un funcionamiento secuencial de potencia (automático) al encontrarse conectada o activada la invención.

45 Además, de manera preferente, se prevé implementar la invención, así como la adaptación al valor deseado de acuerdo con la invención, para una regulación de potencia automática de la central generadora termosolar. De este modo, la invención, así como el procedimiento de acuerdo con la invención, pueden realizarse respectivamente para una pluralidad de momentos de una serie temporal, proveniente de un intervalo de duración de funcionamiento predeterminado de esa central generadora.

50 Esto significa que cada vez que uno de los valores deseados actualmente predeterminados de esa central generadora termosolar se ubica por fuera del respectivo rango de potencia actual de acuerdo con la invención, dicho valor deseado actual es adaptado automáticamente al rango de potencia actual, en particular a través de un regulador del valor deseado de esa central generadora termosolar. El valor deseado actual que se ubica por fuera del rango de potencia actual es regulado en el rango de potencia actual, preferentemente en su límite.

La potencia de la central generadora termosolar es llevada, así como regulada, utilizando los valores deseados actualmente predeterminados y eventualmente adaptados.

5 El establecimiento previo del valor deseado puede tener lugar a través de un operador de la instalación, por ejemplo de un operador del centro de control, o a través de un distribuidor de carga de la red eléctrica. Los valores deseados pueden ser cambiados en un regulador del valor deseado que controla/regula de forma correspondiente la potencia real de la central generadora termosolar.

Puede preverse además que los medios de procesamiento de datos de acuerdo con la invención formen parte de un sistema de control en bloque de la central generadora termosolar.

10 De acuerdo con un perfeccionamiento especialmente preferente, la central generadora termosolar presenta justamente un sistema de control en bloque de esa clase que está configurado para ejecutar la invención.

La capacidad de regulación de la frecuencia puede mejorarse aún más cuando el circuito secundario presenta al menos un acumulador térmico de energía que se utiliza para modificar la potencia en el marco de la regulación de frecuencia.

15 Un acumulador térmico de energía de esa clase - en el circuito secundario - puede estar basado en un acumulador de energía inmanente en un medio del proceso del circuito secundario, como en un agua de alimentación o vapor de agua de un circuito de agua - vapor.

20 A modo de ejemplo, una estrangulación de una válvula de control de la turbina de alta presión, una línea de sobrecarga hacia la turbina de partes de alta presión, una retención de condensado, una desviación del lado de agua de alimentación de precalentadores de alta presión, así como una obstrucción de las líneas de vapor de extracción hacia los precalentadores de alta presión, representan acumuladores térmicos de energía conocidos ("Flexible Load Operation and Frequency Support for Steam Turbine Power Plants", Wichtmann y otros., VGB PowerTech 7/2007, páginas 49 - 55).

25 Un acumulador térmico de energía de esa clase - al "demandar" la energía almacenada, por ejemplo modificando la estrangulación o la estructura de la retención de condensado - permite en una medida determinada una modificación de la potencia en el circuito secundario. Sin embargo, de ese modo, es decir en el caso de una "demanda" se vacía allí la energía almacenada del acumulador térmico de energía.

De manera especialmente preferente puede preverse aquí que la fuente de calor adicional sea usada para completar al menos un acumulador térmico de energía en el circuito secundario.

30 De manera conveniente, es decir, para posibilitar adaptaciones de potencia aumentadas y rápidas de la central generadora termosolar, en el circuito secundario pueden disponerse varios acumuladores térmicos de energía de esa clase, donde cada uno de los mismos puede ser llenado nuevamente utilizando la fuente de calor adicional.

Expresado de forma clara y simplificada, un acumulador térmico de energía que ya no se encuentra lleno en el circuito secundario es llenado usando la fuente de calor adicional en el circuito primario.

35 Para ello, el suministro de calor adicional en el medio de transferencia térmica puede ser activado o aumentado en el circuito primario a través de la fuente de calor adicional, por ejemplo un quemador de gas natural, lo cual - a través del acoplamiento (térmico) del circuito primario con el circuito secundario - conduce a una entrada de energía adicional en el medio del proceso del circuito secundario. La entrada de energía adicional mencionada en el medio del proceso del circuito secundario puede usarse entonces para el (nuevo) llenado del acumulador o de los acumuladores térmicos de energía en el circuito secundario - sin que debido a ello se modifique o reduzca la potencia de la central generadora termosolar.

40 Con ello, dicho uso de la fuente de calor adicional en el circuito primario para el nuevo llenado del acumulador térmico de energía posibilita una regulación de potencia y/o una regulación de frecuencia, así como una regulación de frecuencia primaria y/o secundaria de mayor rendimiento en esa central generadora termosolar, porque mediante el (nuevo) llenado del acumulador térmico de energía en el circuito secundario - independientemente de la potencia liberada de la central generadora - ese acumulador térmico de energía "llenado una y otra vez" se encuentra a disposición casi de forma permanente para modificaciones en el marco de la regulación de frecuencia, así como de la regulación secundaria y/o primaria en la central generadora termosolar.

45 También de forma especialmente preferente, el llenado del acumulador térmico de energía puede realizarse mediante la fuente de calor adicional, independientemente de un grado de llenado del acumulador térmico de energía.

50

Si el grado de llenado del acumulador térmico de energía se ubica por debajo de un nivel determinado, entonces éste puede ser llenado. De este modo, el acumulador térmico de energía siempre puede mantenerse en un grado de llenado predeterminado o por encima del mismo. En particular, el acumulador térmico de energía puede estar siempre lleno.

5 La descripción realizada hasta el momento de variantes ventajosas de la invención contiene numerosas características que se reflejan parcialmente de forma resumida en las reivindicaciones dependientes. De manera conveniente, el experto considerará esas características también de forma separada, elaborando otras combinaciones adecuadas.

10 En particular, esas características pueden combinarse respectivamente de forma individual y en cualquier combinación con el método de acuerdo con la invención y/o con el dispositivo según la respectiva reivindicación independiente.

En las figuras se representa un ejemplo de ejecución de la invención, el cual se explica en detalle a continuación.

Las figuras muestran:

15 Figura 1: una disposición de regulación/control de una central generadora termosolar con capacidad de regulación de potencia, según un ejemplo de ejecución;

Figura 2: una representación esquemática de una ventana de potencia de la central generadora termosolar con capacidad de regulación de potencia según la figura 1;

Figura 3: rangos de potencia y comportamientos de potencia de una central generadora termosolar en el funcionamiento real y en el funcionamiento secuenciado de potencia según el ejemplo de ejecución.

20 Ejemplo de ejecución: Central generadora termosolar con capacidad de regulación de potencia automatizada

La figura 1 muestra una disposición de regulación/control 60 de una central generadora termosolar 1 con capacidad de regulación de potencia ("load setting mode").

25 A diferencia de las centrales generadoras termosolares usuales hasta el momento, la central generadora 1 aquí descrita - de modo adicional con respecto al funcionamiento real conocido de la instalación a, c, así como 72 - puede ser operada con capacidad de regulación de potencia automatizada ("load setting mode" / funcionamiento secuenciado de potencia) b, así como 71.

La capacidad de regulación de potencia de esa central generadora termosolar 1 contiene también la capacidad de la regulación secundaria ("Secondary grid frequency control").

30 Toda la información que se produce en la central generadora termosolar 1, como por ejemplo valores de medición, datos de procesos o de estados, se visualiza en una sala de control y allí se evalúa en una unidad de cálculo central 64, de un sistema de control en bloque 61 - como elemento de control, de comando y/o de regulación de la central generadora termosolar 1, donde los estados de funcionamiento de los componentes individuales de la central generadora son visualizados, evaluados, controlados, comandados y/o regulados.

35 Mediante elementos de control, un encargado del centro de control (operador), mediante el sistema de control en bloque - como parte central del ordenador principal - o de forma automatizada, puede intervenir en la secuencia operativa de la central generadora termosolar 1 - operando con ello la instalación - por ejemplo abriendo o cerrando un equipo o una válvula, o también modificando una cantidad de combustible suministrada.

40 En particular, también la regulación de potencia y/o la regulación de frecuencia, así como regulación de frecuencia primaria y/o secundaria y el funcionamiento secuenciado de carga automático 71 de la central generadora termosolar 1 son controladas mediante el sistema de control en bloque 61.

La central generadora termosolar 1 mencionada, a continuación denominada también de forma abreviada sólo como central generadora 1, presenta dos circuitos 2, 3 acoplados (térmicamente) mediante un intercambiador de calor 40 de varias etapas; es decir, un circuito (circuito solar) primario 2 y un circuito secundario (circuito de agua - vapor) 3, de manera que se trabaja según un principio de circuito doble.

45 En el circuito primario o circuito solar 2, a través de la radiación solar 10, se calienta allí un medio de transferencia térmica 13 que usualmente circula a través de una pluralidad de colectores solares 12, dispuestos en un campo de

colectores solares 11, donde dicho medio es en este caso aceite (térmico) 13 (fuente primaria de calor/ energía, así como suministro primario o entrada de energía/calor, fuente / de energía primaria 10).

5 El medio de transferencia térmica 13 calentado continúa circulando a través de una caldera de gas natural 21 con combustión de gas natural, en donde el aceite térmico 13 "calentado de forma primaria" continúa 20 o puede continuar siendo calentado (fuente/suministro de calor adicional, fuente/energía adicional 20).

10 Esa fuente de calor adicional 20 es usada por una parte para operar la instalación 1 de forma óptima en cuanto al aspecto económico, para aumentar la potencia - que no se encuentra sujeta a variaciones que pueden ser influenciadas - desde la fuente de energía primaria 10, así como - tal como se describe en detalle a continuación - para posibilitar la capacidad de regulación de frecuencia y el funcionamiento secuenciado de carga automático 71 de la central generadora 1. Por otra parte, la fuente de calor adicional 20 se aprovecha para mantener en estado líquido el aceite térmico 13 ("protección anti - congelamiento").

15 A continuación de la fuente de calor adicional 20, el aceite térmico 13 atraviesa el intercambiador de calor 40, donde éste - al menos de forma parcial - transmite la energía térmica absorbida desde el suministro de calor primario y eventualmente adicional 10, 20 al circuito secundario 4, el circuito de agua - vapor 3, así como al medio del proceso 41 que se encuentra allí, es decir a un agua (de alimentación) 41.

Seguidamente - transportado por una bomba transportadora 23 - el medio de transferencia térmica 13 o aceite térmico 13- ahora enfriado - retorna a los colectores solares 12, así como al campo solar 11, debido a lo cual se cierra el circuito primario 2 o circuito solar 2.

20 A través de la transferencia térmica desde el circuito primario 2 hacia el circuito secundario 3 o circuito de agua - vapor 3, allí el agua (de alimentación) 41 se transforma en vapor de agua 41, es decir que se calienta, se evapora y se sobrecalienta, circulando mediante líneas tubulares 43 hacia la turbina de vapor 42, en donde el vapor de agua 41 libera una parte de su energía a la turbina 42, a través de distensión, como energía cinética.

A través del generador 44 acoplado a la turbina 42, la potencia mecánica se transforma entonces en potencia eléctrica, la cual se proporciona 45 a una red eléctrica 33 como corriente eléctrica.

25 Debajo de la turbina está dispuesto un condensador 46, en donde el vapor 41 - después de la distensión en la turbina 42 - transmite la mayor parte de su calor al agua de refrigeración. Durante ese proceso, el vapor 41 se licúa a través de condensación.

La bomba de agua de alimentación 48 transporta el agua líquida producida 41 nuevamente como agua de alimentación 41 al intercambiador de calor de varias etapas 40, con lo cual también se cierra el circuito secundario 3.

30 En el circuito secundario 3, es decir, en el circuito de agua - vapor 3, están realizados distintos acumuladores térmicos 63 que se basan en un acumulador de energía inmanente al agua de alimentación 41, así como al vapor de agua 41.

35 La figura 1 ilustra a modo de ejemplo un acumulador térmico 63 de esa clase en forma de un estrangulamiento de una válvula de control de turbina de alta presión 47, así como de un restrictor 47 de válvula de control de turbina de alta presión.

Otros acumuladores térmicos 63 - no realizados en detalle - son una línea de sobrecarga hacia la turbina de partes de alta presión, una retención de condensado, una desviación del lado de agua de alimentación de precalentadores de alta presión, así como una obstrucción de las líneas de vapor de extracción hacia los precalentadores de alta presión.

40 En ese caso - una obstrucción de la válvula de control de la turbina de alta presión 63 - controlada/regulada a través del sistema de control en el bloque 61- permite la "demanda" selectiva de la energía inmanente al agua de alimentación 41 o vapor de agua 41, gracias a lo cual es posible una modificación selectiva de la potencia en el circuito secundario 3 - en el marco de la regulación de frecuencia.

45 Si desde el acumulador térmico 53 - descrito aquí a modo de ejemplo - es decir desde el estrangulamiento de la válvula de control de la turbina de alta presión 47, se ha demandado la energía/potencia requerida para la modificación de la potencia en la regulación de frecuencia, entonces ese acumulador térmico 63, 47 debe ser llenado nuevamente.

50 Esto sucede - igualmente controlado mediante el sistema de control en boque 61 - a través de la combustión de gas natural 20 adicional o aumentada en el circuito solar 2, debido a lo cual energía térmica adicional se aplica en el aceite térmico 13.

Mediante el intercambiador de calor 40, esa entrada adicional de energía es transmitida al circuito secundario 3, quedando allí a disposición para el nuevo llenado del acumulador térmico 63, 47 utilizado. El estrangulamiento 47 es llevado nuevamente a su estado original a través del sistema de control en bloque 61 - y el acumulador térmico 63, 47 es llenado nuevamente.

5 Tal como se muestra en la figura 1 - mediante conexiones de línea 62 correspondientes - al sistema de control en bloque 61 se transmite en particular la potencia del campo solar 30, el estado de funcionamiento de la combustión de gas natural 34, el estado de la obstrucción 35, así como la potencia 31 generada por la central generadora 1, como también la frecuencia de red 32 de la red eléctrica 33.

10 Tal como se muestra además en la figura 1, el control de la combustión de gas natural 20 tiene lugar mediante el control/regulación de la corriente de gas natural 22, 73 - y el estrangulamiento de la válvula de control de turbina de alta presión 47 tiene lugar mediante el control/regulación del estrangulamiento de la válvula de control de turbina de alta presión 47, 72 - igualmente a través del sistema de control en bloque 61.

15 Esto significa que la instalación 1 puede ser operada así en el funcionamiento secuenciado de carga 71 con capacidad de regulación de frecuencia, así como de regulación primaria y/o secundaria - después de la predeterminación automática del distribuidor de carga 14. La instalación 1, así como la turbina 42, es operada de este modo con una regulación de potencia, es decir en un funcionamiento a presión variable, con válvulas estranguladas.

20 La potencia que puede ser alcanzada en esa central generadora termosolar 1 se limita solamente a través de una potencia a capacidad plena 96 determinada, es decir, una potencia máxima que puede suministrarse, de la central generadora termosolar 1, en función del estado de los equipos auxiliares individuales que limitan la potencia (por ejemplo bombas de alimentación en funcionamiento).

Modo de funcionamiento de la central generadora 1 en el "load setting mode" 71

25 En la figura 2 se ilustra esquemáticamente el funcionamiento secuenciado de potencia /"load setting mode" 71, así como el rango de potencia 80 correspondiente de la central generadora 1 para el funcionamiento secuenciado de potencia b, así como 71.

En el funcionamiento secuenciado de potencia b, así como 71, posible a través de la instalación 1, la instalación es operada en el funcionamiento modificado a presión variable con válvulas estranguladas. En la figura 3 se representan con mayor detalle curvas de potencia correspondientes, así como el comportamiento en servicio.

30 Tal como se muestra primero en la figura 2, el rango de potencia (ventana de potencia/"range of adaptability") 80, en el cual la central generadora 1 puede ser operada con capacidad de regulación de potencia, es decir, en el "load setting mode" 71, se encuentra sujeto a determinadas restricciones.

El valor deseado de potencia 70 (valor deseado) debe ubicarse dentro de esa ventana de potencia 80 para poseer una capacidad de regulación de potencia automatizada. Para ello, los límites 90 de la ventana de potencia 80, como limitaciones, son pasados a un regulador del valor deseado de potencia (no ilustrado)

35 Hacia abajo, la ventana de potencia 80 se limita primero a través de la potencia proveniente de la energía primaria 81 actualmente disponible, más la potencia proveniente de la cantidad de gas natural 82 mínima posible que puede generar combustión; hacia arriba, la ventana de potencia 80 es limitada por la potencia proveniente de la energía primaria 81 actualmente disponible, más la potencia proveniente de la cantidad de gas natural 83 máxima posible que puede generar combustión.

40 Además, en el límite inferior 90 de la ventana de potencia 80 se prevé una cantidad de combustión de gas natural para alcanzar el óptimo económico 86. Es decir, que el límite inferior 90 de la ventana de potencia 80 se desplaza hacia arriba en esa cantidad - la cual considera condiciones de contorno económicas.

45 Para poder poseer una capacidad de regulación de potencia automatizada, en los límites 90 de la ventana de potencia 80 se incorpora una reserva de potencia inferior 84, así como una reserva de potencia superior 85. Esto significa que la ventana de potencia 80 se reduce (aún más) respectivamente en esa reserva de potencia inferior, así como superior 84, 85.

50 Esas reservas de potencia 84, 85 aseguran que la central generadora 1, en tanto sea operada dentro de esos "límites de reserva" 91 (límite inferior de la ventana/rango de potencia en el "load setting mode"), 92 (límite superior de la ventana/rango de potencia en el "load setting mode"), es decir, donde los valores deseados se regulan dentro de esos límites 91, 92; pueda ser regulada en cuanto a la potencia.

- 5 La reserva de potencia inferior 84 se compone de una reserva para la combustión inferior en rampas de potencia, de una reserva "damping", de una reserva para una descarga del acumulador de vapor, así como de la reserva para la regulación ("load control") y de la reserva para la regulación primaria; la reserva de potencia superior 85 se compone de una reserva para la combustión superior en rampas de potencia, de la reserva "damping", de una reserva para una carga del acumulador de vapor, así como para la reserva para la regulación de potencia, y de la reserva para la regulación primaria.
- En correspondencia con un aumento de potencia o una reducción de potencia de la instalación en el "load setting mode", la presión del vapor debe ser aumentada o reducida. Para ello, debe ponerse a disposición una cantidad correspondiente, suficiente, de potencia de reserva para la respectiva rampa de potencia que debe ser desplazada.
- 10 También para la regulación de potencia debe mantenerse una reserva de potencia determinada que resulta de las exigencias de la regulación de potencia de la turbina 42 y de la regulación secundaria.
- 15 Esa ventana de potencia 80, dentro de la cual debe ubicarse el valor deseado 70 de la instalación 1, es dinámica, es decir que se desplaza durante el funcionamiento de la central generadora 1 en función de la energía primaria 10, 93 - fluctuante o variable - que se encuentra a disposición. Si más energía primaria 10 se encuentra a disposición (radiación solar aumentada), la ventana de potencia 80 se desplaza hacia arriba 94; si se dispone de menos energía primaria (nublado), la ventana de potencia se desplaza entonces hacia abajo 95.
- 20 La potencia de la central generadora 1 que puede ser alcanzada, "range of operation" 100, se limita hacia arriba solamente a través de una potencia a capacidad plena 96 determinada, es decir, una potencia suministrada máxima de la central generadora 1 en función del estado de los equipos auxiliares individuales que limitan la potencia (por ejemplo bombas de alimentación en funcionamiento). Hacia abajo, la potencia desplazable de la instalación 1 sólo se limita a través de una carga (mínima)/ potencia máxima 97 que es necesaria al menos para un funcionamiento estable de la instalación 1.
- 25 Una vez que la ventana de potencia 80, así como el tamaño de la ventana determinado, se ha ubicado por debajo de un rango mínimo predeterminado, por ejemplo debido a que la potencia, a causa del suministro de calor primario 10, ya se aproxima a la potencia máxima de la instalación o a su potencia a capacidad plena 96, la instalación 1 se lleva al valor real, interrumpiéndose la influencia del distribuidor de carga, así como la influencia de la regulación primaria/secundaria (funcionamiento real 74).
- 30 Tal como se muestra en la figura 1, la central generadora 1 es operada a través de la predeterminación del valor deseado (de potencia), MWel, 70, por parte del distribuidor de carga 14. A partir de ese valor deseado predeterminado 70 son determinados valores deseados correspondientes para el control de la combustión de gas natural 73 y para el control de las turbinas 72 - donde en correspondencia con éstos la instalación 1 es controlada, así como es operada.
- Con el fin de una información, los límites 90 de la ventana de potencia actual 80 son transmitidos también al distribuidor de carga 14.
- 35 La figura 3 muestra en curvas los rangos de potencia y el comportamiento de funcionamiento/potencia de la central generadora termosolar 1 en el funcionamiento real a, c, así como 74; así como en el funcionamiento secuenciado de potencia b, así como 71 ("load setting mode").
- En este caso, las curvas representadas se indican respectivamente como curvas en escala [%] (eje 105) a lo largo del tiempo t (eje 106).
- 40 La curva 101 muestra el perfil del suministro/fuente de calor primario 10 con respecto a la potencia disponible. La curva 104 muestra el perfil del valor deseado (de potencia) de la instalación 1; con la curva 107 se representa la potencia real desplazada de la instalación 1.
- 45 Durante las fases de funcionamiento a y c de la instalación 1, la central generadora termosolar 1 es operada en el estado de funcionamiento real 74 - de forma manual, a través del operador. En correspondencia con la potencia disponible proveniente de la fuente/suministro de calor primario 10, es regulado el valor deseado 70 de la instalación 1, es decir que el valor deseado 70 sigue el perfil 1 de la energía primaria 10, 101.
- En el momento A, la central generadora 1 es desplazada hacia el funcionamiento secuenciado de potencia 71, en donde la instalación es operada hasta el momento B.
- 50 En el momento A de la implementación del funcionamiento secuenciado de potencia 71 la ventana de potencia 80 "se abre" con el límite inferior de la ventana de potencia 102, así como 91; representado en la figura 3, y con el límite

superior de la ventana de potencia 103, así como 92 representado. El valor deseado es llevado hasta el momento A, aproximadamente en el centro de la ventana de potencia 80.

5 Tal como muestra además la figura 3, con la modificación de la "energía primaria" 10, 101 que se encuentra actualmente disponible, la ventana de potencia 80 se desplaza hacia arriba o hacia abajo (perfil C), donde el valor deseado 70 debe ubicarse dentro de esa ventana para garantizar la regulación de potencia 71 en la central generadora termosolar 1.

Se asocia a ello una adaptación automática del rango de regulación posible del regulador del valor deseado.

10 Tal como muestra la figura 3, un valor deseado 70 actual que, debido a una reducción de la energía primaria 10 debería ubicarse repentinamente por encima del límite superior 103, 92 de la ventana de potencia 80 (punto G), es adaptado de forma correspondiente por el regulador del valor deseado, es decir que éste es guiado automáticamente hacia abajo (perfil/fase e) por la limitación superior 103 descendente.

Tan pronto como, debido a una modificación o a un aumento de la energía primaria 10, la limitación superior 103 es desplazada nuevamente hacia arriba (punto H), el valor deseado es dejado primero aún en el nivel del punto H, hasta que se predetermina un valor deseado 70 actual nuevo (punto D).

15 Lo correspondiente aplica también para valores deseados actuales 70 que se ubican repentinamente por fuera del límite inferior 102 de la ventana de potencia 80.

20 Tal como muestra la figura 3, un valor deseado 70 actual que, debido a un aumento de la energía primaria 10 debería ubicarse repentinamente por debajo del límite superior 102, 91 de la ventana de potencia 80 (punto E), es adaptado de forma correspondiente por el regulador del valor deseado, es decir que éste es guiado automáticamente hacia arriba (perfil/fase d) por la limitación inferior 102 ascendente.

Tan pronto como, debido a una modificación o a una reducción de la energía primaria 10, la limitación inferior 102 es desplazada nuevamente hacia abajo (punto F), el valor deseado es dejado primero aún en el nivel del punto F, hasta que se predetermina un valor deseado 70 actual nuevo (punto D).

25 En el momento B, la instalación 1 abandona el funcionamiento secuenciado de potencia b y pasa nuevamente al funcionamiento real c, así como 74. La ventana de potencia 80 "se cierra". El valor deseado 70 resulta otra vez directamente de la energía primaria 10.

Si bien la invención fue ilustrada y descrita en detalle a través de los ejemplos de ejecución preferentes, la presente invención no se limita a los ejemplos descritos, de manera que el experto puede deducir otras variantes en base a ello, sin abandonar el alcance de protección de la invención.

30



**REIVINDICACIONES**

1. Método para la adaptación a un valor deseado, de un valor deseado, en particular para un control automático de potencia, en una central térmica de vapor (1) termosolar con una fuente de calor primaria (10) no adaptable y una fuente de calor adicional (20),
- 5 caracterizado porque,
- para al menos un momento predeterminado durante un funcionamiento de la central térmica de vapor (1) termosolar se determina un rango de potencia actual (80) para esa central térmica de vapor (1) termosolar,
  - donde el rango de potencia actual (80) de esa central térmica de vapor (1) termosolar se limita a través de un límite de rango de regulación inferior (91) y a través de un límite de rango de valor de regulación superior (92) y
- 10 - el rango de potencia actual (80) se determina utilizando una potencia actual proveniente de la fuente de calor primaria (81) (10), así como utilizando un rango de potencia proveniente de la fuente de calor adicional (20) (82) (83),
- donde en el límite de rango de regulación inferior (91) se considera una reserva de potencia inferior (84) con al menos una parte de la reserva para una regulación de potencia y/o para una regulación de la frecuencia, así como
- 15 de la frecuencia primaria y/o secundaria,
- donde en el límite de rango de regulación superior (92) se considera una reserva de potencia superior (85) con al menos una parte de la reserva para una regulación de potencia y/o para una regulación de la frecuencia, así como de la frecuencia primaria y/o secundaria, y
- donde en la adaptación del valor deseado, un valor deseado (70) actualmente predeterminado de la central térmica de vapor (1) termosolar, en el caso de que el valor deseado (70) actualmente predeterminado se ubique por fuera del rango de potencia actual (80), se regula en el rango de potencia actual (71).
- 20
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el valor deseado (70) actualmente predeterminado de la central térmica de vapor (1) termosolar, en el caso de que el valor deseado (70) actualmente predeterminado se ubique por encima del rango de potencia actual (80), es llevado hacia abajo hasta al menos el límite del rango de regulación superior (92), y/o el valor deseado (70) actualmente predeterminado de esa central térmica de vapor (1) termosolar, en el caso de que el valor deseado (70) actualmente predeterminado se ubique por debajo del rango de potencia actual (80), es llevado hacia arriba hasta al menos el límite del rango de regulación inferior (91).
- 25
3. Método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el rango de potencia actual proveniente de la fuente de calor adicional (20), en particular de una combustión de gas natural (20), se define a través de una potencia mínima posible proveniente de la fuente de calor adicional (20) (82), así como a través de una potencia máxima posible proveniente de la fuente de calor adicional (20) (83).
- 30
4. Método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el rango de potencia actual (80) se determina utilizando la potencia actual proveniente de la fuente de calor primaria (10) (81), en particular de la energía solar (10) más la potencia mínima posible proveniente de la fuente de calor adicional (20) (82), así como utilizando la potencia actual proveniente de la fuente de calor primaria (10) (81), en particular de energía solar (10), más la potencia máxima posible proveniente de la fuente de calor adicional (20) (83).
- 35
5. Método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en el límite del rango de regulación inferior (91) se considera un aporte económico (86) de la fuente de calor adicional (20) para alcanzar un funcionamiento económico de la central térmica de vapor (1) termosolar, en particular para alcanzar un óptimo económico.
- 40
6. Método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en la reserva de potencia inferior (84) más la reserva para la regulación de potencia y/o la regulación de la frecuencia, así como de la frecuencia primaria y secundaria, se considera otra reserva para una combustión inferior y/u otra reserva para una descarga de un acumulador de vapor y/o para un "damping" (atenuación).
- 45
7. Método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en la reserva de potencia superior (85) más la reserva para la regulación de potencia y/o la regulación de la frecuencia, así como de la regulación primaria y secundaria, se consideran otra reserva para una combustión superior y/u otra reserva para una carga de un acumulador de vapor y/o para un "damping" (atenuación).

- 5 8. Método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el límite del rango de regulación inferior (91) se determina a través de la potencia actual proveniente de la fuente de calor primaria (10) (81) más la potencia mínima posible proveniente de la fuente de calor adicional (20) (82) más un aporte económico (86) de la fuente de energía adicional (20) para alcanzar un funcionamiento económico de la central térmica de vapor (1) termosolar, en particular para alcanzar un óptimo económico, así como más la reserva de potencia inferior (84) y/o porque el límite del rango de regulación superior (92) se determina a través de la potencia actual proveniente de la fuente de calor primaria (10) (81) más la potencia máxima posible proveniente de la combustión a través de un combustible adicional (83), así como menos la reserva de potencia superior (85).
- 10 9. Método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el rango de potencial actual (80) de la central térmica de vapor (1) termosolar se comunica a un regulador del valor deseado de esa central térmica de vapor (1), el cual adapta (71) el valor deseado (70) actualmente predeterminado de esa central térmica de vapor (1) termosolar, en el caso de que éste se ubique por fuera del rango de potencia actual (80).
- 15 10. Método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque cuando el rango de potencia actual (80) determinado de la central térmica de vapor (1) termosolar se ubica por debajo de un rango mínimo predeterminado, el valor deseado (70) actualmente predeterminado se corrige a un valor real y/o se interrumpe una influencia del distribuidor de carga y/o una influencia de regulación de la frecuencia, así como de regulación primaria y/o secundaria.
- 20 11. Método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, respectivamente ejecutado en varios momentos, en particular en una pluralidad de momentos, de un intervalo de tiempo predeterminado durante el funcionamiento de la central térmica de vapor (1) termosolar.
12. Método según al menos la reivindicación precedente, caracterizado porque el intervalo de tiempo es una duración de funcionamiento predeterminada de la central térmica de vapor (1) termosolar y/o los momentos forman una serie temporal en el intervalo de tiempo.
- 25 13. Método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, utilizado para una regulación de potencia automática (71) de la central térmica de vapor (1) termosolar,
- donde para una pluralidad de momentos de una serie temporal proveniente de un intervalo de duración de funcionamiento predeterminado de esa central térmica de vapor (1) termosolar el método se ejecuta respectivamente según al menos una de las reivindicaciones precedentes,
- 30 - donde cada vez que uno de los valores deseados (70) actualmente predeterminados de esa central térmica de vapor (1) termosolar se ubica por fuera del rango de potencia (80) respectivamente actual, ese valor deseado (70) actual, en particular a través de un regulador del valor deseado de esa central térmica de vapor (1) termosolar, se adapta de forma automática al rango de potencia actual (80), en particular al respectivo límite del rango de regulación relevante (91, 92),
- 35 - y la potencia de esa central térmica de vapor termosolar se regula utilizando los valores deseados (70) actualmente predeterminados y eventualmente adaptados.
14. Central térmica de vapor (1) termosolar con una fuente de calor primaria (10) que no puede adaptarse libremente y con una fuente de calor adicional (20), caracterizada por un medio de procesamiento de datos (64), en particular de una unidad de cálculo programada (64), el cual se encuentra configurado de manera que puede ejecutarse al menos uno de los métodos definidos en las reivindicaciones precedentes referidas al método.
- 40 15. Central térmica de vapor (1) termosolar según al menos una de las reivindicaciones precedentes, donde el medio de procesamiento de datos (64) forma parte de un sistema de control en bloque (61) de la central térmica de vapor (1) termosolar.

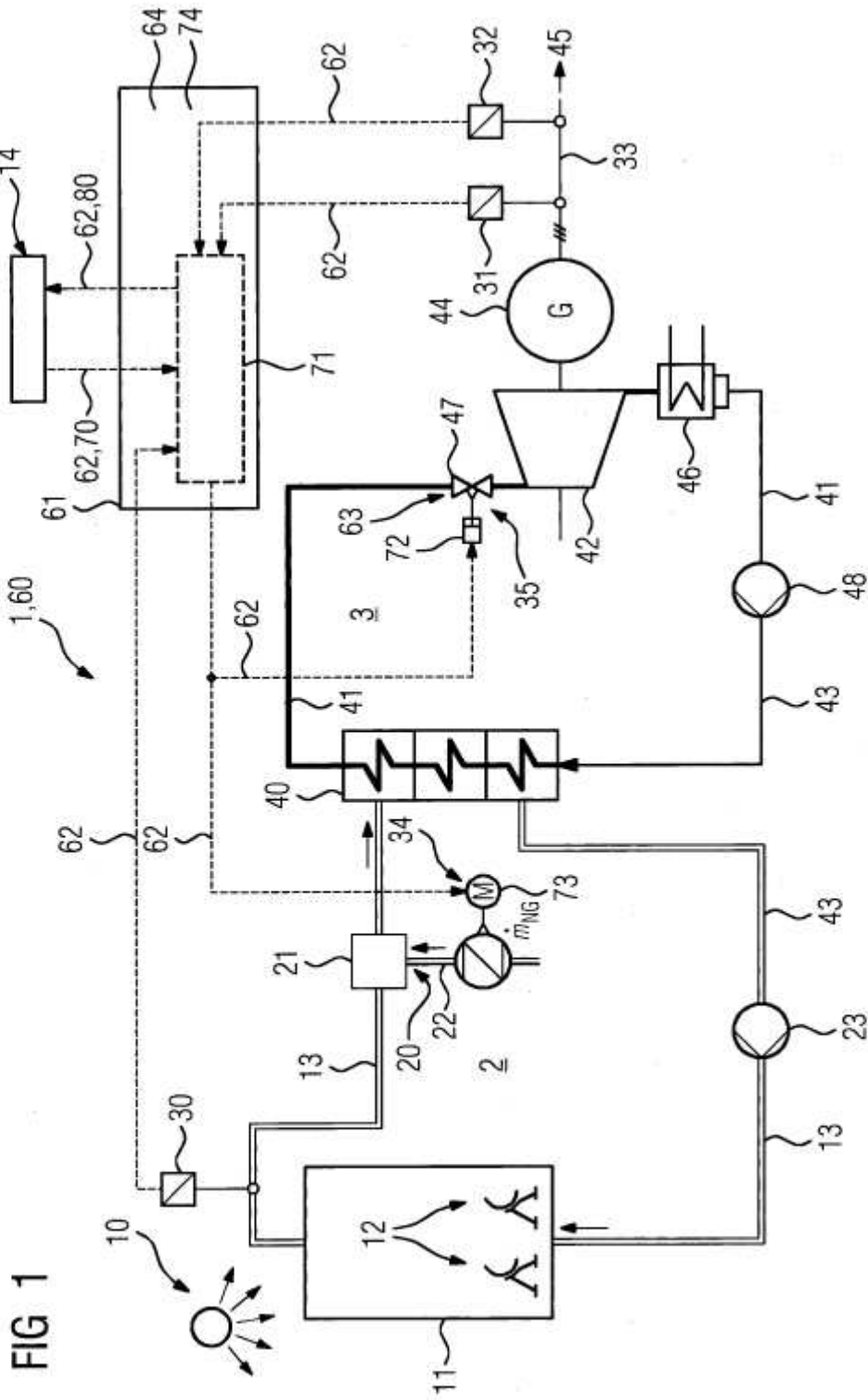


FIG 1

FIG 2

