

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 077**

51 Int. Cl.:

F01K 23/10 (2006.01)

F01K 13/02 (2006.01)

F01K 13/00 (2006.01)

F01K 3/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2011** **E 11158096 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016** **EP 2372116**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de una central solar combinada integrada, así como central solar combinada para la puesta en práctica del procedimiento**

30 Prioridad:

26.03.2010 CH 4482010

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

29.03.2017

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH
(100.0%)
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**CARRONI, RICHARD;
PEDRETTI, CAMILLE;
DALLA PIAZZA, THOMAS y
DROUVET, PAUL PIERRE ANTOINE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 607 077 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el funcionamiento de una central solar combinada integrada, así como central solar combinada para la puesta en práctica del procedimiento

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al sector de la tecnología de las centrales eléctricas. La misma está relacionada con un procedimiento para el funcionamiento de una central solar combinada integrada con un circuito de agua-vapor y un campo solar, en el que el circuito de agua-vapor comprende una turbina de vapor y un generador de vapor de calor residual y en el que se aporta al circuito de agua-vapor calor adicional desde un campo solar. La invención se refiere además a una central solar combinada para la puesta en práctica del procedimiento.

Una central solar combinada de este tipo se revela, por ejemplo, en el documento DE 101 44 841 B9.

Mediante la integración de energía solar producida en centrales eléctricas combinadas con una turbina de gas y un circuito de agua-vapor en una central solar combinada integrada (Integrated Solar Combined Cycle ISCC) se puede reducir la huella de CO₂ de estas centrales eléctricas. Las soluciones solares térmicas están especialmente indicadas para una integración de este tipo, al contrario que las tecnologías fotovoltaicas. Estas soluciones se caracterizan por que la energía solar se emplea para producir directa o indirectamente vapor (el así llamado vapor solar) que se puede utilizar de distintas maneras en un circuito combinado con turbina de gas. Una modalidad preferida consiste en añadir el vapor solar al circuito de agua-vapor (Water Steam Cycle WSC) en lugar de utilizarlo en la propia turbina de gas. El vapor solar se produce además preferiblemente en campos solares equipados con colectores cilindro-parabólicos.

Un esquema de central muy simplificado de una central solar combinada integrada de este tipo se reproduce, a modo de ejemplo, en la figura 1. La central solar combinada integrada 10 de la figura 1 comprende una turbina de gas 11 de combustión secuencial, un circuito de agua-vapor 20 con una turbina de vapor 21 y un circuito solar 30 con un campo solar 33. La turbina de gas 11 se compone en el presente ejemplo de dos compresores 13a, 13b conectados en serie que comprimen el aire de combustión aspirado a través de una entrada de aire 12 y lo conducen a una primera cámara de combustión 14 para la combustión de un combustible. El gas caliente producido se expande en una primera turbina 15, se vuelve a calentar en una segunda cámara de combustión 16 y se conduce a través de una segunda turbina 17. Los compresores 13a, 13b y las turbinas 15, 17 se conectan, a través de un árbol 18, a un generador 19.

El gas de escape todavía caliente que sale de la segunda turbina 17 se conduce a través de un generador de vapor de calor residual (Heat Recovery Steam Generator HRSG) 26, donde produce vapor para el circuito de agua-vapor 20 en el que se encuentra el generador de vapor de calor residual 26. Después de pasar por el generador de vapor de calor residual 26, el gas de escape sale, a través de un conducto de gas de escape, por una chimenea de gas de escape 27. El circuito de agua-vapor 20 consta generalmente de una turbina de vapor 21 conectada a un generador 25, un condensador 22, una caldera de agua de alimentación 24, una bomba de agua de alimentación 23 y un generador de vapor de calor residual 26.

Al circuito de agua-vapor 20 se aporta adicionalmente energía térmica del circuito solar 30 formado por el campo solar 33 con los colectores cilindro-parabólicos 37, una bomba 31 y un intercambiador de calor 32. Como es lógico, también se pueden asignar al circuito solar 30 medios de almacenamiento adicionales para la acumulación del calor solar para el funcionamiento durante periodos sin sol o de poco sol. También es posible emplear, en lugar de los colectores cilindro-parabólicos 37 colectores o instalaciones de helióstatos dotadas de espejos Fresnel. El calor solar se puede introducir en el circuito de agua-vapor 20 en diferentes puntos; por esta razón se indica en la figura 1, en lugar de diferentes soluciones, una única conexión 28 como flecha doble entre el intercambiador de calor 32 y el generador de vapor de calor residual 26.

Los ensayos y estudios llevados a cabo hasta ahora confirman que estas centrales solares combinadas integradas son factibles tanto técnica como económicamente y que son apropiadas para el aprovechamiento de la energía solar, sobre todo por la posibilidad de recurrir a tecnologías experimentadas. En realidad, las centrales solares combinadas integradas ofrecen una serie de ventajas que se enumeran a continuación:

* Para una central combinada del tipo KA26 de la solicitante, basada en el empleo de turbinas de gas del tipo GT26, se puede incrementar el grado de eficacia total de aproximadamente un 57 % a aproximadamente un 65 %, siendo la contribución de la energía solar únicamente de un 15 %, aproximadamente. Como consecuencia, las emisiones de CO₂ se reducen drásticamente.

* Los componentes ya existentes de centrales eléctricas combinadas tradicionales (Combined Cycle Power Plants CCGT) se pueden emplear en gran medida para el aprovechamiento de vapor solar, con lo que se reducen considerablemente los costes de electricidad (Cost of Electricity CoE) en la central solar combinada integrada (ISCC) frente a centrales puramente solares (de por ejemplo 300 €/MWh a 180 €/MWh en la ISCC).

* Se pueden producir grandes cantidades de potencia para el abastecimiento seguro durante las 24 h del día y 7 días a la semana, independientemente de las condiciones climáticas.

* La central eléctrica ya está funcionando cuando el campo solar proporciona calor, por lo que la energía solar se puede aprovechar al máximo.

5 En el estado de la técnica ya se han presentado una pluralidad de ensayos y propuestas para la integración del valor solar generado en un campo solar en una central combinada:

* En las memorias impresas US 2006/0260314(A1) y US 2006/0174622(A1) se proponen circuitos intermedios para generar vapor solar con el calor de un campo solar.

10 * Otros documentos analizan los aspectos económicos y de rendimiento de la integración de campos solares parabólicos en una central combinada (Dersch et al., "Trough Integration into Power Plants", Energy, Vol. 29, pág. 947-959, 2004).

15 * Por otra parte se propone generar vapor a partir de un campo solar a través de un circuito intermedio y emplear un calentamiento adicional (Supplementary Firing SF) para regular las variaciones de carga (Hosseini et al., "Technical & economic assessment of the ISCC power plants in Iran", Renewable Energy, vol. 30, pág. 1541-1555, 2005).

* El documento WO 95/11371(A1) propone el empleo de un calentamiento adicional para la adaptación a las variaciones de carga.

20 * Especialmente el documento US 2008/0127647(A1) describe, recurriendo a propuestas anteriores (ver más arriba), numerosas posibilidades de combinación de centrales combinadas solares y equipadas con turbinas de gas. El objetivo consiste en elevar al máximo el porcentaje solar de la central combinada y la potencia producida en conjunto, empleando las instalaciones existentes o reformadas, dotadas de generadores de vapor de calor residual sobredimensionados, con calentamiento adicional a temperaturas elevadas.

25 Mientras que la incorporación de vapor solar a una central combinada representa, sin lugar a dudas, un paso positivo en dirección al aumento de la potencia y a la reducción simultánea de las emisiones de CO₂ por unidad de potencia, los ensayos internos han demostrado que las soluciones conocidas no son las óptimas en lo que se refiere a un aprovechamiento efectivo del combustible (y, por consiguiente, la forma de evitar emisiones de CO₂) y a los parámetros económicos. Precisamente estos aspectos determinan de manera fundamental la aceptación y la puesta en práctica de las nuevas tecnologías de estas características empleadas en una central solar combinada.

30 Como ya se ha dicho antes, el estado de la técnica se basa en un calentamiento adicional para poder adaptar la carga de la central y/o aumentar la potencia producida. Sin embargo, un calentamiento adicional requiere la combustión de combustible adicional (por ejemplo mediante quemadores acanalados) en el generador de vapor de calor residual (calentamiento adicional 34 en la figura 1), para proporcionar vapor adicional para la producción de corriente eléctrica con la turbina de vapor. Mientras que en este caso se incrementan sin duda tanto la potencia de salida como la flexibilidad del funcionamiento, las consideraciones termodinámicas demuestran que el grado de eficacia total de la central se reduce (dado que el calor adicional presenta temperaturas en comparación bajas). Como consecuencia no se minimizan ni las emisiones específicas de CO₂, ni los costes de combustible. Ciertamente el calentamiento adicional puede dar lugar a un aumento de la producción de electricidad del 10 %, aproximadamente, pero al mismo tiempo se incrementa también la emisión específica de CO₂ de una típica central solar combinada integrada en un 3 %, aproximadamente (350 kgCO₂/MWh) sin calentamiento adicional, 360 kgCO₂/MWh con calentamiento adicional).

45 El estado de la técnica considera el sobredimensionamiento tanto del generador de vapor de calor residual (HRSG) como de la turbina de vapor (en hasta un 50 %) para poder procesar el vapor adicional del campo solar y del calentamiento adicional. Por este motivo aumentan los costes de inversión. Además se reduce el grado de rendimiento total cuando la central no funciona a plena potencia (es decir, cuando el calentamiento adicional y/o el calor solar no alcanzan el 100 %), dado que no funciona en el punto de trabajo teórico).

50 Precisamente el documento US 2008/0127647(A1) ya mencionado se pronuncia exclusivamente a favor de la reforma de instalaciones existentes que ya presentan un elevado calentamiento adicional (15-50%) y emplean un generador de vapor de calor residual sobredimensionado y una turbina de vapor sobredimensionada (es decir, el generador de vapor de calor residual y la turbina de vapor han sido diseñados para el funcionamiento con el 100% de calor residual de la turbina de gas y adicionalmente con calor solar y calentamiento adicional).

55 La figura 2 muestra para este caso un diagrama de toda la potencia eléctrica inicial (Total Gross Output in MW_{el}) sobre la carga relativa de la turbina de gas (GT Relative Load in %). Por medio de la línea discontinua se delimita la zona de trabajo prevista (Design Space) DS1. A pesar de que la central se tiene que concebir para la absorción de la potencia punta del campo solar (+110MW) y del calentamiento adicional (+110MW) (punto de trabajo A' en la figura 2), la central sólo recibe en pocas ocasiones el 100 % del calor solar (debido a los cambios de noche y día y de las condiciones atmosféricas o meteorológicas). La consecuencia de este diseño consiste en que, cada vez que la oferta de calor solar es inferior al 100 %, la central está sobredimensionada y funciona fuera del punto de trabajo (óptimo) previsto (es decir, entre A' y C').

A pesar de que la energía solar, considerada por sí sola, no cuesta nada, los equipos, la infraestructura, el terreno y los demás requisitos (por ejemplo el agua para la limpieza de los espejos del campo solar) para el aprovechamiento de la energía solar sí son caros. Por lo tanto, una simple maximización del sistema solar de una central solar combinada integrada no supone necesariamente una solución óptima con vistas a la compensación entre los puntos de vista de protección ambiental, capacidad y economía. Las instalaciones descritas hasta ahora no maximizan el grado de rendimiento minimizando al mismo tiempo los costes económicos y ambientales, por lo que tampoco aprovechan el potencial completo de la energía solar. De hecho, las soluciones propuestas hasta ahora sólo pretenden una maximización del porcentaje solar.

Representación de la invención

El objetivo de la invención consiste en proponer un procedimiento para el funcionamiento de una central solar combinada integrada que evite los inconvenientes de los procedimientos conocidos y que se caracterice especialmente por la consideración equivalente de puntos de vista económicos de rendimiento y ambientales, así como en proponer una central solar combinada integrada para la puesta en práctica del procedimiento.

Esta tarea se resuelve gracias al conjunto de características de las reivindicaciones 1 y 7. Lo importante para el procedimiento según la invención es que el circuito de agua-vapor sólo se conciba para la plena carga de la turbina de gas y que en caso de aportación de potencia adicional del campo solar al circuito de agua-vapor la carga de la turbina de gas se reduzca, en función de la potencia adicional aportada desde el campo solar, respectivamente en la medida necesaria para que la potencia de salida de la central solar combinada integrada se mantenga esencialmente constante.

Una variante del procedimiento según la invención se caracteriza por que al disminuir la carga de la central solar combinada integrada hasta la carga parcial, la potencia aportada adicionalmente desde el campo solar se mantiene, reduciéndose de forma correspondiente la carga de la turbina de gas.

Con preferencia se aporta respectivamente la carga total del campo solar al circuito de agua-vapor, considerándose ventajosamente como carga total del campo solar una potencia media puesta a disposición por el campo solar a lo largo del día.

Otra variante del procedimiento según la invención se caracteriza por que para la generación de vapor en el circuito de agua-vapor se prevé un calentamiento adicional y por que el calentamiento adicional sólo se emplea temporalmente en fases de transición.

En el procedimiento según la invención se utiliza preferiblemente como turbina de gas una turbina de gas de combustión secuencial dado que la misma presenta, por sí sola, un elevado grado de rendimiento, especialmente en caso de carga parcial.

La central solar combinada según la invención comprende un circuito de agua-vapor con una turbina de gas y un generador de vapor de calor residual por el que fluyen los gases de escape calientes de una turbina de gas, aportándose al circuito de agua-vapor adicionalmente calor procedente del campo solar. La misma se caracteriza por que el circuito de agua-vapor se concibe únicamente para la carga total de la turbina de gas y por que para la turbina de gas se prevé un sistema de control que controla la carga de la turbina de gas en función de la potencia aportada adicionalmente desde el campo solar, de manera que la totalidad de la potencia de salida de la central solar combinada integrada se mantenga esencialmente constante.

Una variante de realización de la central solar combinada según la invención se caracteriza por que la turbina de gas es una turbina de gas de combustión secuencial.

Con preferencia, el circuito de agua-vapor y el campo solar se diseñan de modo que la potencia de salida de la central solar combinada a plena carga de la turbina de gas, sin potencia adicional del campo solar, sea la misma que la plena carga del campo solar y corresponda sólo al 85 – 90 % de la carga total de la turbina de gas.

Otra variante de realización se caracteriza por que el campo solar se compone de colectores cilindro-parabólicos y por que se prevén medidas para aumentar la temperatura de vapor vivo en el circuito de agua-vapor.

Breve explicación de las figuras

A continuación la invención se explica a la vista de ejemplos de realización en relación con el dibujo. Éste muestra en la

Figura 1 la estructura principal de una central solar combinada integrada como la que sirve de base para la presente invención;

Figura 2 en un diagrama de la potencia de salida de la central solar combinada integrada sobre la carga de la turbina de gas, los puntos de trabajo y la zona de trabajo de instalaciones tradicionales con calentamiento adicional;

Figura 3 un diagrama comparable al de la figura 2 para una procedimiento y una central según un ejemplo de realización de la invención;

Figura 4 en un diagrama según la figura 2, en comparación, las zonas de trabajo y los puntos de trabajo según las figuras 2 y 3 y

Figura 5 un sistema de control a modo de ejemplo de la turbina de gas para la puesta en práctica del procedimiento según la invención.

5 Vías para la puesta en práctica de la invención

La invención trata de un nuevo concepto de diseño de centrales solares combinadas integradas que maximiza el grado de rendimiento total (mínima emisión de CO₂ por MW) y minimiza al mismo tiempo el coste total (mínimo coste de electricidad CoE).

10 El concepto se centra en el aprovechamiento más eficaz del calor solar y del combustible (gas natural) con vistas a la potencia, al grado de rendimiento y a las magnitudes económicas. Esto se consigue gracias a las siguientes medidas:

* Se evita siempre el uso de un calentamiento adicional durante el funcionamiento continuo. En todo caso, el calentamiento adicional (34) se emplea sólo temporalmente en fases de transición.

15 * El circuito de agua-vapor (20) se diseña para una presión punta menor en el generador de vapor de calor residual (26) al 100 % de la carga de la turbina de gas (11) (por ejemplo para unos 120 bar o aprox. el 75 % de la presión estándar a plena carga). El punto de trabajo correspondiente se indica en la figura 3 con la referencia A. Esto corresponde en definitiva a un sobredimensionamiento muy reducido. Sin embargo, se emplean modelos estándar de generadores, árboles, turbinas de vapor, transformadores y paneles de conexión de alta tensión, es decir, modelos que no están sobredimensionados.

20 * El circuito de agua-vapor (20) se diseña según la figura 3 para el 100 % de calor solar y para el 85-90 % de la carga de la turbina de gas. Esto corresponde al punto de trabajo identificado en la figura 3 con la letra C (indicado en el 88 % de la capacidad de la turbina de gas).

* El campo solar (33) no se diseña para la magnitud máxima, sino de manera que se minimice el coste de la electricidad solar producida.

25 * La potencia solar producida y la potencia de la central combinada de turbinas de gas y turbinas de vapor (CCPP) se ajustan de manera que a plena carga se consiga una potencia de salida prácticamente constante (la potencia de salida entre los puntos C y A de la figura 3 es aproximadamente constante, es decir, la potencia de salida de la central combinada a plena carga Output (cc, base load) en el punto A, la potencia de salida de la central combinada con campo solar integrado Output (solar+cc, part load) en el punto C, así como las potencias de salida Output (solar+cc, part load) en los puntos de carga de las turbinas de gas entre los puntos A y C son aproximadamente iguales, tal como se indica con la línea discontinua). Las variaciones de la potencia solar producida Output (solar) se compensan mediante variaciones correspondientes de la carga de la turbina de gas. En casos extremos (por ejemplo durante la noche y sin acumulador) la central funciona al 100 % de la carga de la turbina de gas. Si se pretende que la central funcione a carga parcial, se mantiene por completo el porcentaje solar y se reduce sólo la potencia de la turbina de gas. Este concepto se puede definir como "regulación de la turbina de gas".

30 * La carga total solar no tiene que corresponder necesariamente a la máxima potencia solar posible del campo solar. Más bien puede corresponder a la potencia media alcanzable a lo largo del día. La máxima potencia solar posible del campo solar se alcanza sólo durante un espacio de tiempo determinado del tiempo total. Con la potencia media como magnitud de referencia la central trabaja durante un espacio de tiempo mayor cerca de su punto de trabajo teórico.

La ventaja del concepto según la invención se comprende a la vista de la figura 3:

* Una potencia de salida constante se puede conseguir siempre mediante una sencilla regulación de la turbina de gas.

45 * El grado de rendimiento total sólo varía ligeramente como función de la carga de la turbina de gas. El grado de rendimiento $\eta(cc, part load)$ es en el punto B sólo un 0,1 % más bajo que el grado de rendimiento $\eta(cc, base load)$ en el punto A. El grado de rendimiento η de la central sube bruscamente si se emplea la potencia solar total. El grado de rendimiento $\eta(solar+cc, part load)$ en el punto C, por ejemplo, alcanza un valor un 6,5 % más alto en comparación con el grado de rendimiento $\eta(cc, part load)$ en el punto A.

50 La ventaja del concepto según la invención se ve aun más clara en comparación directa con las soluciones tradicionales. La figura 4 muestra que un circuito de agua-vapor de tipo tradicional sí se diseña para el punto A' de la zona de trabajo DS1 (es decir, 100 % de carga de turbina de gas + 100 % solar + 100 % calentamiento adicional), pero que durante una parte importante del tiempo (aprox. 50 %) sólo funciona en el punto B' a causa de la falta de energía solar. Si además se interrumpe el calentamiento adicional que reduce el grado de rendimiento, la central tradicional trabaja únicamente en el punto C' lo que, debido al mayor coste de la central, da lugar a costes de electricidad más elevados.

La presente invención propone en cambio un diseño de la central que cubre una parte menor de la potencia de salida (zona de trabajo DS2 de la figura 4), dando lugar a mayores grados de rendimiento total y a menores costes de electricidad.

5 Otra ventaja del nuevo concepto aquí propuesto radica en que, cuando se emplea una turbina de gas de combustión secuencial, tal como se muestra en la figura 1, la temperatura de entrada de la turbina (Turbine Inlet Temperature TIT) baja detrás de la segunda cámara de combustión (16 en la figura 1), si la carga de la turbina de gas se reduce del 100 % al 88 %. Esto significa que la carga térmica de la cámara de combustión y de la turbina (17 en la figura 1) se reduce y su vida útil aumenta, si según la figura 3 se aporta cada vez más calor solar al proceso.

10 El la figura 5 se representa, a modo de ejemplo, un sistema de control de la turbina de gas para la puesta en práctica del procedimiento según la invención: el circuito de agua-vapor 20 recibe calor tanto de la turbina de gas 11 como del campo solar 33 y entrega a la salida potencia eléctrica. La turbina de gas 11 con su generador también produce potencia eléctrica. Las dos potencias se miden con un sensor de potencia 36, transmitiéndose los valores a un sistema de control 35 de la turbina de gas 11. Al mismo tiempo el sistema de control 35 recibe del campo solar 33 los valores del calor solar que allí se registra. El sistema de control 35 se encarga de que con el aumento del calor solar se reduzca la carga de la turbina de gas 11 y viceversa, manteniéndose la potencia de salida en conjunto fundamentalmente constante.

15 Una parte importante de los costes de origen solar se puede atribuir al intercambiador de calor (32 en la figura 1), que constituye el elemento de unión entre el campo solar y el circuito de agua-vapor. Considerando los costes de electricidades solares, es decir, los costes ocasionados por las partes adicionales de la central para la obtención y el procesamiento de calor solar, hay que tener en cuenta que debido al coste de los intercambiadores de calor, que va subiendo rápidamente, conviene limitar la contribución de la energía solar a la central solar combinada integrada. Este límite es claramente inferior al de las soluciones propuestas según el estado de la técnica.

20 Si se emplean en el campo solar (33 en la figura 1) colectores cilindro-parabólicos (37), por los que en el circuito solar (30) fluye aceite térmico, es posible aportar en el sobrecalentador de alta presión del generador de vapor de calor residual (26) vapor solar a una temperatura de 380 °C. No obstante, como consecuencia se baja la temperatura del vapor vivo en la entrada de la turbina de vapor (21) en más de 80 °C, con lo que disminuye el grado de rendimiento de la central y se incrementan los costes de electricidad. Por este motivo resulta ventajoso aumentar la temperatura del vapor vivo a 580 °C. Para conseguirlo conviene agrandar debidamente la superficie de la sección de alta presión del generador de vapor de calor residual.

25 También supone una ventaja que la central, si se emplean turbinas de gas de combustión secuencial, funcione durante la noche con una carga baja (Low Load Operational Concept LLOC). De este modo se evita el consumo de carburante para la producción de electricidad cuando su precio de venta es bajo. La potencia de salida puede subir rápidamente al disponer (durante el día) de energía solar.

30 También es posible diseñar la central para el 100 % de la carga en la parte de la central combinada de turbinas de gas – turbinas de vapor más la energía solar adicional ("Solar Boost"). Los componentes de la central (generador, árbol, transformadores, panel de conexión de alta tensión) se conciben en este caso para una potencia más alta.

Además de la regulación de turbinas de gas según la figura 3, también se utiliza una regulación a través del calentamiento adicional con transiciones suaves entre los dos tipos de regulación.

40 Lista de referencias

- | | |
|-----------|--|
| 10 | Central solar combinada integrada (ISCC) |
| 11 | Turbina de gas |
| 12 | Entrada de aire |
| 13a, 13b | Compresores |
| 45 14, 16 | Cámara de combustión |
| 15, 17 | Turbina |
| 18 | Árbol |
| 19, 25 | Generador |
| 20 | Circuito de agua-vapor |
| 50 21 | Turbina de vapor |
| 22 | Condensador |
| 23 | Bomba de agua de alimentación |
| 24 | Caldera de agua de alimentación |

ES 2 607 077 T3

	26	Generador de vapor de calor residual (HRSG)
	27	Chimenea de gas de escape
	28	Conexión
	29	Conducto de gas de escape
5	30	Circuito solar
	31	Bomba
	32	Intercambiador de calor
	33	Campo solar
	34	Calentamiento adicional
10	35	Sistema de control
	36	Sensor de potencia
	37	Colector cilindro-parabólico
	DS1, DS2	Zona de trabajo

15

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de una central solar combinada integrada (10) que comprende un circuito de agua-vapor (20) con una turbina de gas (21) y un generador de vapor de calor residual (26) por el que fluyen los gases de escape calientes de una turbina de gas (11), aportándose al circuito de agua-vapor (20) adicionalmente calor procedente del campo solar (33), caracterizado por que el circuito de agua-vapor (20) se concibe únicamente para la carga total de la turbina de gas (11) y por que, en caso de aportación de potencia adicional del campo solar (33) al circuito de agua-vapor (20), la carga de la turbina de gas (11) se reduce en función de la potencia aportada adicionalmente desde el campo solar (33) de manera que la totalidad de la potencia de salida de la central solar combinada integrada (10) se mantenga esencialmente constante.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que al disminuir la carga de la central solar combinada integrada (10) hasta la carga parcial, la potencia aportada adicionalmente desde el campo solar (33) se mantiene, reduciéndose de forma correspondiente la carga de la turbina de gas (11).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que se aporta respectivamente la carga total del campo solar (33) al circuito de agua-vapor (20).
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que como carga total del campo solar (33) se considera una potencia media del campo solar (33) disponible a lo largo del día.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que para la generación de vapor en el circuito de agua-vapor (20) se prevé un calentamiento adicional (34) y por que el calentamiento adicional (34) se emplea únicamente de forma temporal durante las fases de transición.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que como turbina de gas (11) se emplea una turbina de gas de combustión secuencial (14-17).
7. Central solar combinada (10) para la puesta en práctica del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo la central solar combinada (10) un circuito de agua-vapor (20) con una turbina de gas (21) y un generador de vapor de calor residual (26) por el que fluyen los gases de escape calientes de una turbina de gas (11), aportándose al circuito de agua-vapor (20) adicionalmente calor procedente del campo solar (33), caracterizada por que el circuito de agua-vapor (20) se concibe únicamente para la carga total de la turbina de gas (11) y por que para la turbina de gas (11) se prevé un sistema de control (35) que controla la carga de la turbina de gas (11) en función de la potencia aportada adicionalmente desde el campo solar (33), de manera que la totalidad de la potencia de salida de la central solar combinada integrada (10) se mantenga esencialmente constante.
8. Central solar combinada según la reivindicación 7, caracterizada por que la turbina de gas (11) es una turbina de gas de combustión secuencial (14-17).
9. Central solar combinada según la reivindicación 7 u 8, caracterizada por que el circuito de agua-vapor (20) y el campo solar (33) se diseñan de modo que la potencia de salida de la central solar combinada (10) a plena carga de la turbina de gas (11), sin potencia adicional del campo solar (33), sea la misma que la plena carga del campo solar y corresponda sólo al 85 – 90 % de la carga total de la turbina de gas (11).
10. Central solar combinada según una de las reivindicaciones 7 a 8, caracterizada por que el campo solar (33) se compone de colectores cilindro parabólicos (37) y por que se prevén medidas para aumentar la temperatura del vapor vivo en el circuito de agua-vapor (20).

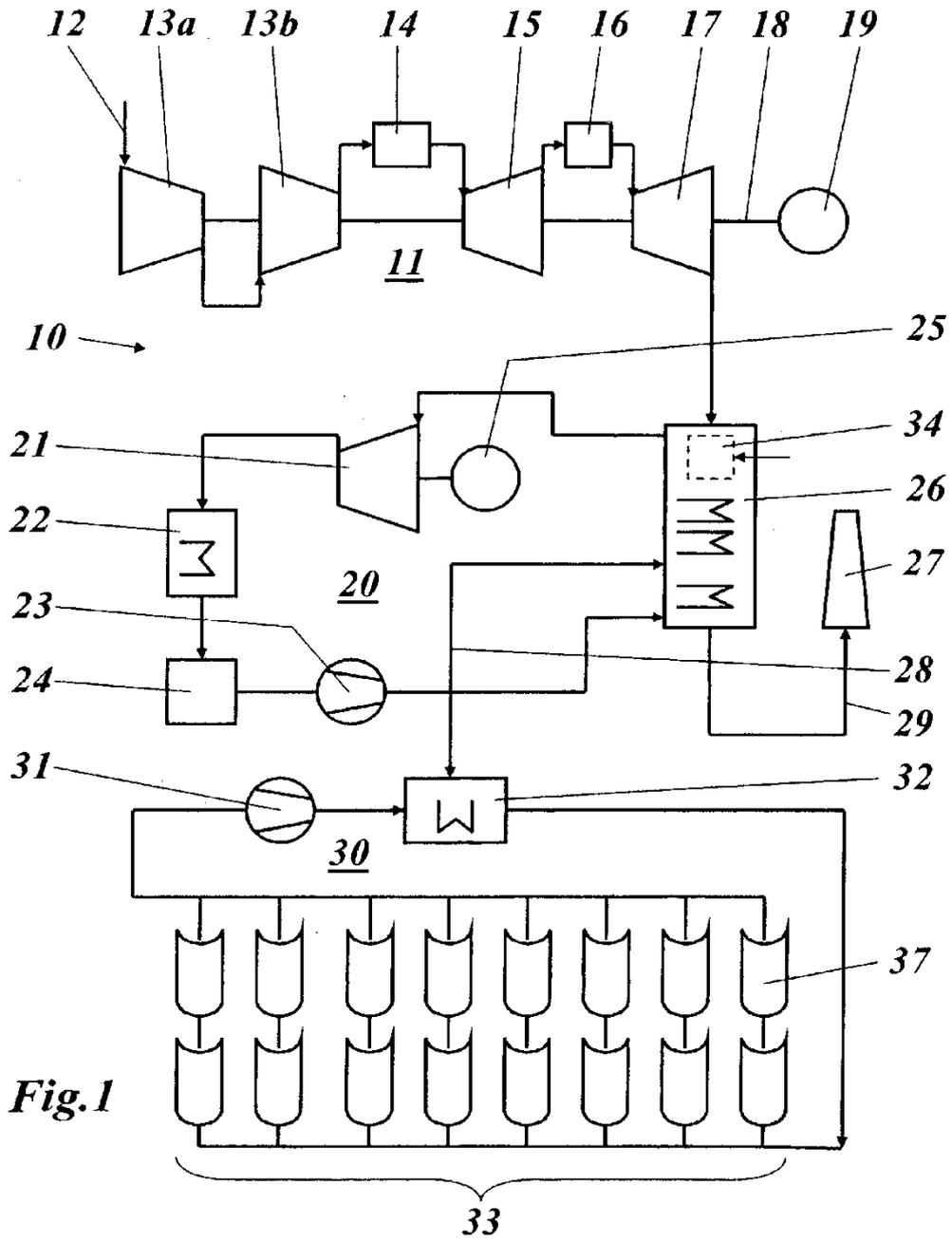


Fig.1

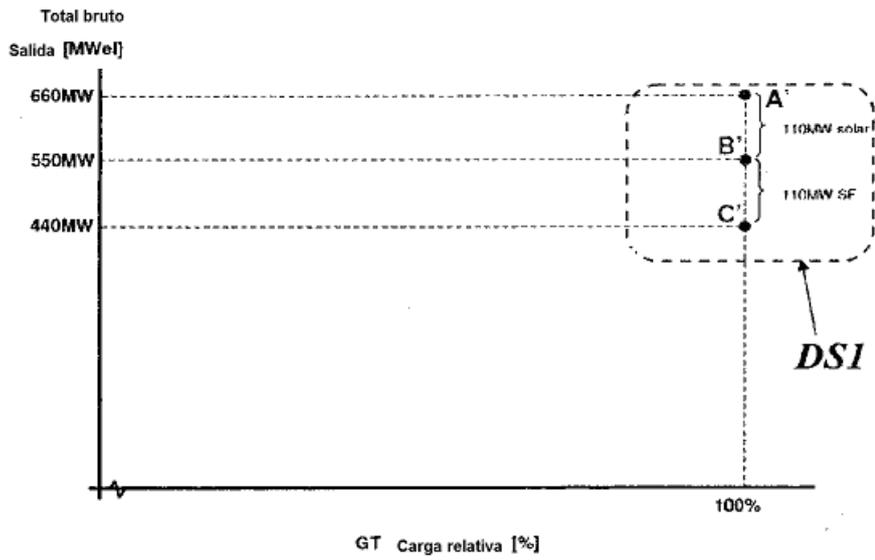


Fig.2

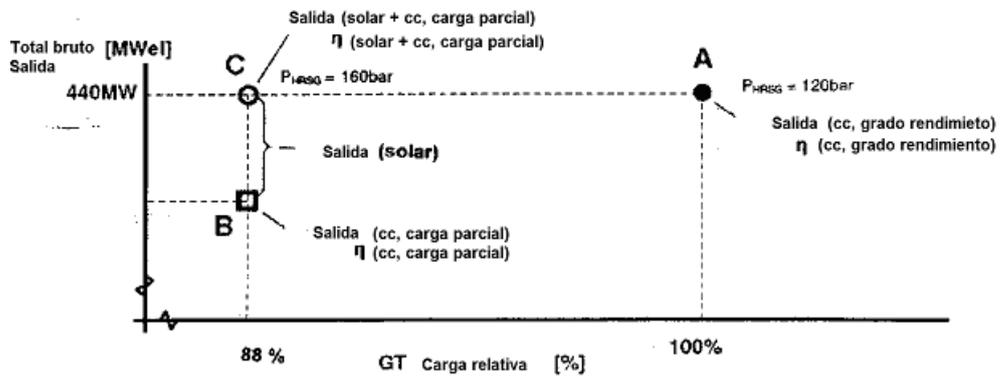


Fig.3

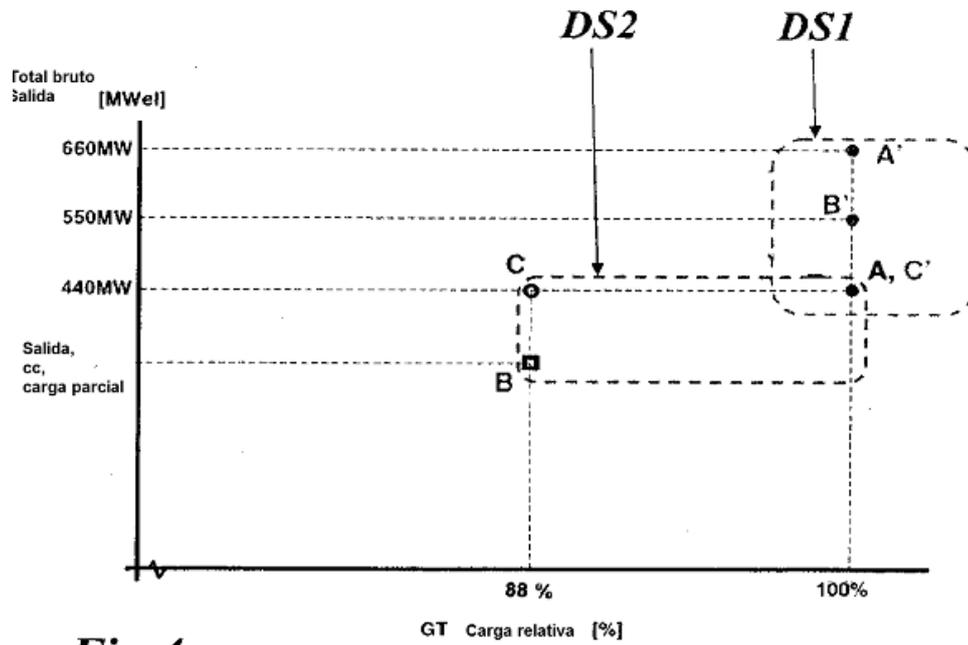


Fig.4

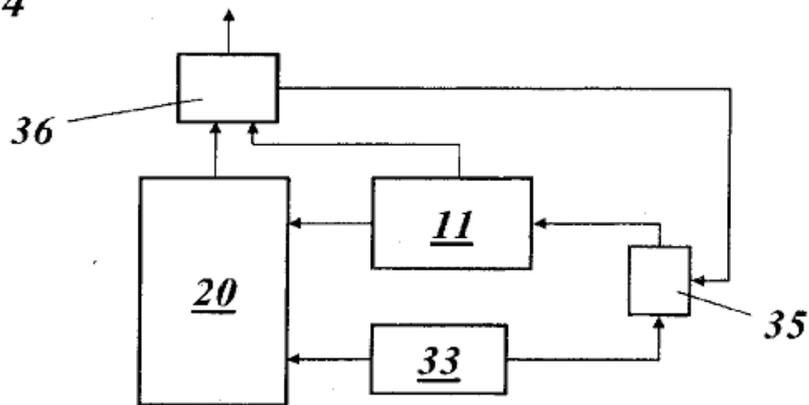


Fig.5