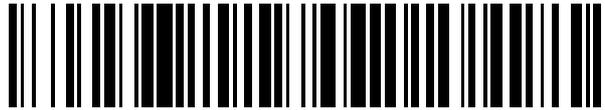


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 819**

51 Int. Cl.:

F02C 9/54

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2008 E 08170422 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2014 EP 2071157**

54 Título: **Procedimiento para la regulación de una turbina de gas en una central eléctrica**

30 Prioridad:

10.12.2007 CH 19172007

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

29.04.2014

73 Titular/es:

**ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
BROWN BOVERI STRASSE 7
5400 BADEN, CH**

72 Inventor/es:

**ROFKA, STEFAN;
RUETER, ANDREAS;
DÖBBELING, KLAUS y
NICKLAS, MARTIN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 457 819 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 la regulación de una turbina de gas en una central eléctrica

Campo técnico

5 La presente invención se relaciona con el campo de la técnica de las centrales eléctricas y se refiere a un procedimiento para la regulación de una turbina de gas en una central eléctrica, en cuyo procedimiento se predetermina para cada carga un conjunto de la temperatura de entrada de las turbina de gas TIT o de la temperatura de salida de las turbinas de gas TAT o de la posición de una o de una pluralidad de rejillas directrices variables VIGV del compresor.

Estado de la técnica

10 La potencia de una turbina de gas se puede ajustar por medio de la modificación de la temperatura de entrada de la turbina, de la corriente de masas de entrada del compresor o de ambos parámetros. Para el ajuste de la corriente de masas de entrada del compresor se puede modificar, por ejemplo, la geometría de la entrada del compresor a través de una rejilla directriz regulable.

15 La altura de la temperatura de entrada de la turbina determina esencialmente el consumo de duración de vida útil o bien la longitud del intervalo de inspección de la turbina de gas.

El rendimiento de la turbina de gas se determina esencialmente a través de la relación de la presión que se extiende, a temperatura de entrada constante de la turbina, proporcionalmente a la cantidad de entrada del compresor.

20 La potencia de una turbina de gas se determina esencialmente a través de la altura de la temperatura de entrada de la turbina. La temperatura de salida de la turbina de gas es directamente proporcional a la altura de la temperatura de entrada de la turbina y a la inversa es proporcional a la relación de la presión de la turbina de gas.

El rendimiento de una central eléctrica combinada de turbinas de gas y vapor, de una llamada central de ciclo combinado, depende de la altura de la temperatura de salida de la turbina de gas y del rendimiento de la turbina de gas. De ello se deduce que el rendimiento total y la potencia de una central de ciclo combinado dependen esencialmente de la temperatura de entrada de la turbina de gas.

25 Actualmente, las turbinas de gas se regulan de tal manera que a cada carga se asocia un conjunto fijamente predeterminado de temperatura de entrada o de temperatura de salida de la turbina de gas / posición de la rejilla directriz del compresor o bien el desarrollo de las temperaturas para posiciones predeterminadas de la rejilla directriz del compresor.

30 Una reducción al mínimo de los costes de generación de corriente en el sentido de una adaptación flexible de la temperatura de entrada de la turbina de gas y/o de la posición de la rejilla directriz del compresor solamente es posible durante una nueva puesta en funcionamiento, en la que se establece el conjunto o curva correspondiente de la temperatura de entrada de la turbina de gas o de la temperatura de salida de la turbina de gas y de la posición de la rejilla directriz del compresor para la consecución de determinados valores máximos o mínimos de la carga o como función de la carga. Por ejemplo, si se quiere reducir el rendimiento, en el caso de una elevación del precio del combustible, con una prolongación simultánea de la duración de vida útil y, por lo tanto, del intervalo de mantenimiento con una cesión constante de la potencia eléctrica, sería necesaria a tal fin una nueva puesta en funcionamiento de la turbina de gas.

40 El documento WO 2008/003571 A1 (estado de la técnica de acuerdo con el Art. 54(3) EPÜ) publica un procedimiento para el funcionamiento de una turbina de gas, en el que se miden o bien se determinan diversos parámetros, como por ejemplo la temperatura de salida de la turbina o la posición de la rejilla directriz del compresor, de la turbina de gas, para calcular la potencia de salida térmica efectiva de la turbina de gas. La potencia térmica efectiva de salida calculada se utiliza para la regulación de la turbina de gas.

45 El documento WO 2004/072453 A1 publica un grupo de turbinas de gas con refrigeración variable del medio de trabajo comprimido o parcialmente comprimido a través de inyección de líquido. Como magnitudes de guía para la regulación de la potencia de refrigeración se mencionan, por ejemplo, la temperatura de entrada de la turbina o la posición de una serie de guía del compresor.

50 El documento EP 1 724 528 A1 publica un procedimiento y un dispositivo para la regulación de la línea de guía de una cámara de combustión de turbina de gas para la prevención de inestabilidades de la llama. La instalación de turbina de gas descrita presenta palas de guía del compresor regulables así como un sensor para la detección de la temperatura de salida de la turbina.

Representación de la invención

Por lo tanto, la invención tiene el cometido de crear un procedimiento para la regulación de una central eléctrica basada en una turbina de gas, que posibilita también sin nueva puesta en funcionamiento una adaptación flexible de la temperatura de entrada de la turbina de gas y/o de la posición de la rejilla directriz del compresor.

5 La solución del cometido de acuerdo con la invención se realiza por que se predeterminan una pluralidad de líneas operativas para la turbina de gas para diferentes temperaturas de entrada de la turbina de gas TIT o temperaturas de salida de la turbina de gas TAT y posiciones de la rejilla directriz del compresor VIGV como función de la carga y para la reducción al mínimo de los costes de generación de corriente durante el funcionamiento se conmuta opcionalmente, con una cesión de potencia constante o variable de la central eléctrica, entre diferentes líneas operativas.

10 El concepto operativo de acuerdo con la invención da al operador de la central eléctrica la posibilidad de reducir al mínimo los costes de generación de corriente en cualquier momento según los requerimientos.

15 Los costes de generación de corriente dependen esencialmente de los costes e ingresos siguientes, que resultan a través del funcionamiento de una central eléctrica, a saber, los costes de combustible que debe pagar la central eléctrica por kWh de corriente generado, cuya altura se determina a través del rendimiento de la turbina de gas, los ingresos conseguidos por la central eléctrica a través de la venta de la potencia eléctrica y el consumo de duración de vida útil, es decir, los costes para mantenimiento y puesta a punto de la turbina de gas.

20 El concepto operativo flexible de la turbina de gas de acuerdo con la invención posibilita una optimización del modo de funcionamiento con respecto a la reducción al mínimo de los costes de generación de corriente. En este caso, durante el funcionamiento se puede conmutar entre diferentes temperaturas de entrada de turbinas y posiciones de la rejilla directriz del compresor con una generación de potencia constante o variable.

Breve explicación de las figuras

Otras ventajas, características y detalles de la invención resultan a partir de los ejemplos de realización preferidos que se deducen a partir de la siguiente consideración así como con la ayuda del dibujo; en éste se muestra de forma esquemática lo siguiente:

25 La figura 1 muestra un diagrama de bloques simplificado para una central eléctrica con una turbina de gas, y

La figura 2 muestra diferentes líneas operativas de una turbina de gas para diferentes temperaturas de entrada de turbinas de gas (TAT) en diferentes posiciones de la rejilla directriz (VIGV) del compresor en función de la carga.

Modos de realización de la invención

30 En la central eléctrica reproducida en la figura 1 se muestra una turbina de gas 10, que comprende un compresor 12, una cámara de combustión 20 y una turbina 14, y que es un componente central. El compresor 12 y la turbina 14 están dispuestos sobre un árbol común 16, que acciona un generador 18. El compresor 12 aspira aire a través de una entrada de aire 28, un filtro 26 y una disposición de palas de guía regulable 24 desde el medio ambiente, lo comprime, y transfiere el aire comprimido de esta manera a través de una cámara de distribución a la cámara de combustión 20, donde se utiliza para la combustión de un combustible (líquido o gaseoso) alimentado a través de una alimentación de combustible 22. El gas caliente resultante se expande en la turbina 14 bajo potencia de trabajo y se puede utilizar allí, por ejemplo, en un generador de vapor de calor perdido siguiente para la generación de vapor de proceso o vapor para una turbina de vapor.

40 Para la regulación de toda la instalación (turbina de gas y otros componentes) está prevista una regulación 30, que se representa en la figura como bloque sencillo con una salida, pero en realidad es muy compleja y puede estar equipada con muchas salidas para las diferentes partes de la instalación.

45 En una memoria de datos asociada a la regulación 30 están depositadas una pluralidad de líneas operativas, respectivamente, en forma de un conjunto o curva predeterminados fijamente, destinados durante la puesta en funcionamiento de la turbina de gas 10 para cada carga o para los valores límites superiores e inferiores de la carga, de la temperatura de entrada de la turbina de gas TIT o de la temperatura de salida de la turbina de gas TAT y de la posición o bien del ángulo de ataque de una rejilla directriz variable VIGV del compresor.

50 Para la fijación de las líneas operativas se utilizan magnitudes básicas de la turbina de gas 10 y, en concreto, especialmente el ángulo de ataque VIGV de la disposición de palas de guía 24 regulables y la temperatura de entrada de la turbina TIT en la entrada de la turbina 14. Para la entrada del ángulo de ataque VIGV está prevista en la figura una línea de conexión entre la disposición de palas de guía 24 y una entrada de la regulación 30. La temperatura de entrada de la turbina TIT se determina a través de un registro del valor de medición 32 correspondiente, dispuesto entre la salida de la cámara de combustión 20 y la entrada de la turbina 14 y se transmite a través de una línea sobre otra entrada de la regulación 30, de manera que la temperatura de entrada de la turbina es $TIT = f(\text{presión delante de la turbina o presión detrás del compresor, TAT, VIGV})$. La temperatura de salida de la

turbina TAT se utiliza para determinar a partir de ello por cálculo la temperatura de entrada de la turbina TIT. A tal fin se dispone en la salida de la turbina 14 un registro del valor de medición 34 correspondiente y se conecta con una entrada de la regulación 30.

5 En el concepto operativo representado en la figura 2 se registran tres estados operativos con carga parcial de diferente altura. Con un ángulo de ataque de la rejilla directriz VIGV = "en posición de carga base" y un funcionamiento con carga parcial alta está previsto un ángulo de ataque de la rejilla directriz VIGV = "posición cerrada". Debe asegurarse una duración de vida útil específica de la potencia. A tal fin se ajustan temperaturas de entrada de la turbina TIT específicas de la potencia, que conducen a plena carga a tres duraciones de vida útil diferentes o bien intervalos de inspección diferentes, que cuyos intervalos de inspección están definidos según un
10 "intervalo de tiempo estándar (SP) o largo (LP) o extralargo (ELP)", de manera que se comportan SP a LP a ELP, por ejemplo, como 1 a 1,5 a 2. Las tres líneas operativas tienen en cuenta tres temperaturas de entrada de la turbina TIT diferentes en el modo de carga base y en el modo con carga parcial alta. Se posibilita un cambio de carga sin costura entre diferentes potencias.

15 En el concepto operativo representado en la figura 2, se representan tres líneas operativas posibles. Para todas las tres líneas operativas se representa la TIT como función de la carga. Para el cálculo de la TIT se conocen diferentes posibilidades. La TIT ISO mostrada es una temperatura teórica, que resultaría durante la medición de los gases calientes con todas las corrientes de aire de refrigeración en el extremo de la cámara de combustión (según ISO 2314 : 1989).

20 Con carga baja, toda las líneas operativas están limitadas a través de la posición mínima de la VIGV, la VIGV posición cerrada. Las líneas operativas con carga baja se encuentra correspondientemente superpuestas y se consigue una elevación de la potencia a través de una elevación de la TIT hasta que se alcanza una TAT correspondiente a la línea operativa seleccionada. De acuerdo con la línea operativa seleccionada (SP, LP, ELP) se carga hasta el valor TAT correspondiente, el TAT relación baja, TAT relación media o TAT relación alta. Tan pronto como se ha alcanzado el valor TAT respectivo, en el caso de una elevación adicional de la carga, se abre VIGV proporcionalmente a la carga y se mantiene la TAT constante. La carga respectiva, que se puede alcanzar con una posición determinada de la VIGV, por ejemplo con $VIGV = const1$, es en este caso proporcional a la TIT de la línea operativa seleccionada (SP, LP, ELP).

25 Con la apertura de la VIGV se incrementa la corriente de masas a través de la turbina de gas, la relación de la presión sobre la turbina 14 y, por lo tanto, la relación de la temperatura sobre la turbina 14. Con TAT constante, se eleva la TIT proporcionalmente a la apertura de la VIGV. Esto se realiza hasta que la TIT máxima que pertenece a la línea operativa respectiva (SP, LP, ELP), la TIT relación baja, la TIT relación media o la TIT relación alta. Tan pronto como se ha alcanzado la TIT máxima o TIT carga base, se regula la carga solamente todavía sobre la VIGV y se mantiene la TIT constante. Puesto que la corriente de masas se incrementa adicionalmente con la apertura de la VIGV, la TAT (no representada) cae hasta que se alcanza la carga base.

30 En el ejemplo mostrado, las relaciones entre los valores TIT y los valores TAT para las diferentes líneas operativas (SP, LP, ELP) se seleccionan para que la transición desde TAT constante hacia TIT máxima se realice, respectivamente, en la misma posición VIGV, $VIGV = const2$. De esta manera se asegura en el ejemplo para todas las líneas operativas (SP, LP, ELP) un desarrollo similar de las relaciones de la presión del aire de refrigeración sobre la TIT o bien la TAT. Los factores de duración de vida útil se mantienen iguales de esta manera en primera aproximación para todas las relaciones de carga. Pero es concebible otra selección de los puntos angulares de acuerdo con el diseño y el objeto de optimización. Con las diferentes líneas operativas (SP, LP, ELP) se asegura la duración de vida útil específica, respectivamente. A tal fin se regulan por parejas las temperaturas de salida de la turbina TAT y TIT específicas de la potencia como función de la carga. La VIGV se puede utilizar como parámetro de regulación o se puede predeterminar como función de la carga. Las tres duraciones de vida útil específicas en el
35 modo de carga base y en el modo de carga parcial conducen a tres intervalos de inspección diferentes, que corresponden, por ejemplo, a intervalos de inspección de periodos determinados en función de las horas de funcionamiento establecidas.

40 Un cambio de carga sin solución de continuidad entre diferentes líneas operativas se posibilita a través de una elevación o reducción correspondiente de la TIT/TAT. A tal fin se elevan o se bajan la TIT/TAT, por ejemplo, con gradientes constantes. El gradiente, con el que se adapta la TIT o la TAT, se selecciona, por ejemplo, en el orden de magnitud de un gradiente TIT o TAT, que se necesita para un cambio de carga a lo largo de una línea operativa con gradiente de carga normal. Los intervalos de inspección resultan durante el cambio entre las líneas operativas de acuerdo con las porciones de tiempo, que transcurrirían sobre las líneas operativas respectivas.

Lista de signos de referencia

- 55
- | | |
|----|----------------|
| 10 | Turbina de gas |
| 12 | Compresor |
| 14 | Turbina |

ES 2 457 819 T3

	16	Árbol
	18	Generador
	20	Cámara de combustión
	22	Alimentación de combustible
5	24	Disposición de palas de guía regulables
	26	Filtro
	28	Entrada de aire
	30	Regulación
	32	Registro de valores de medición (temperatura de entrada de la turbina TIT)
10	34	Registro de valores de medición (temperatura de salida de la turbina TAT)
	SP	Periodo estándar, intervalo de inspección, duración del funcionamiento 1 en TIT relación alta
	LP	Periodo largo, intervalo de inspección, duración de funcionamiento 1,5 en TIT relación media
15	ELP	Periodo extralargo, intervalo de inspección, duración de funcionamiento 2 en TIT relación baja
	TIT relación alta	Temperatura estándar de entrada de la turbina con respecto al intervalo de inspección SP
	TIT relación media	Temperatura de entrada de la turbina ligeramente rebajada con respecto al intervalo de inspección LP
20	TIT relación baja	Temperatura de entrada de la turbina rebajada con respecto al intervalo de inspección ELP
	TIT	Temperatura de entrada de la turbina
	TAT	Temperatura de salida de la turbina
	VIGV	Ángulo de ataque de la disposición de palas de guía regulable
25	VIGV posición cerrada	Apertura mínima del VIGV para modo de marcha en vacío y carga parcial profunda
	VIGV const1	Ejemplo de la carga y TIT en el que se alcanza un ángulo de apertura VIGV para diferentes líneas operativas
	VIGV const2	Ángulo VIGV en el que se alcanza la carga base TIT para diferentes líneas operativas
	L	Carga

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la regulación de una turbina de gas (10) en una central eléctrica, en cuyo procedimiento se predetermina para cada carga un conjunto de la temperatura de entrada de las turbina de gas (TIT) o de la temperatura de salida de las turbinas de gas (TAT) o de la posición de una o una pluralidad de rejillas directrices (VIGV) variables del compresor, caracterizado por que se predeterminan una pluralidad de líneas operativas para la turbina de gas (10) para diferentes temperaturas de entrada de la turbina de gas (TIT) o temperaturas de salida de la turbina de gas (TAT) y posiciones de la rejilla directriz del compresor (VIGV) como función de la carga y para la reducción al mínimo de los costes de generación de corriente durante el funcionamiento se conmuta opcionalmente, con una cesión de potencia constante o variable de la central eléctrica, entre diferentes líneas operativas.

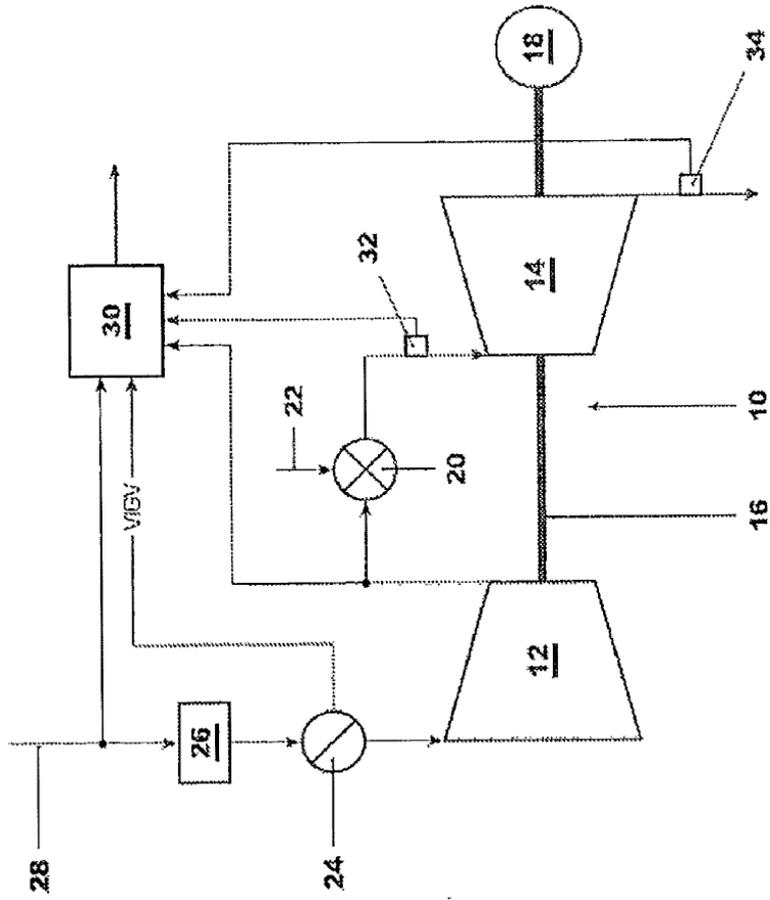


FIG. 1

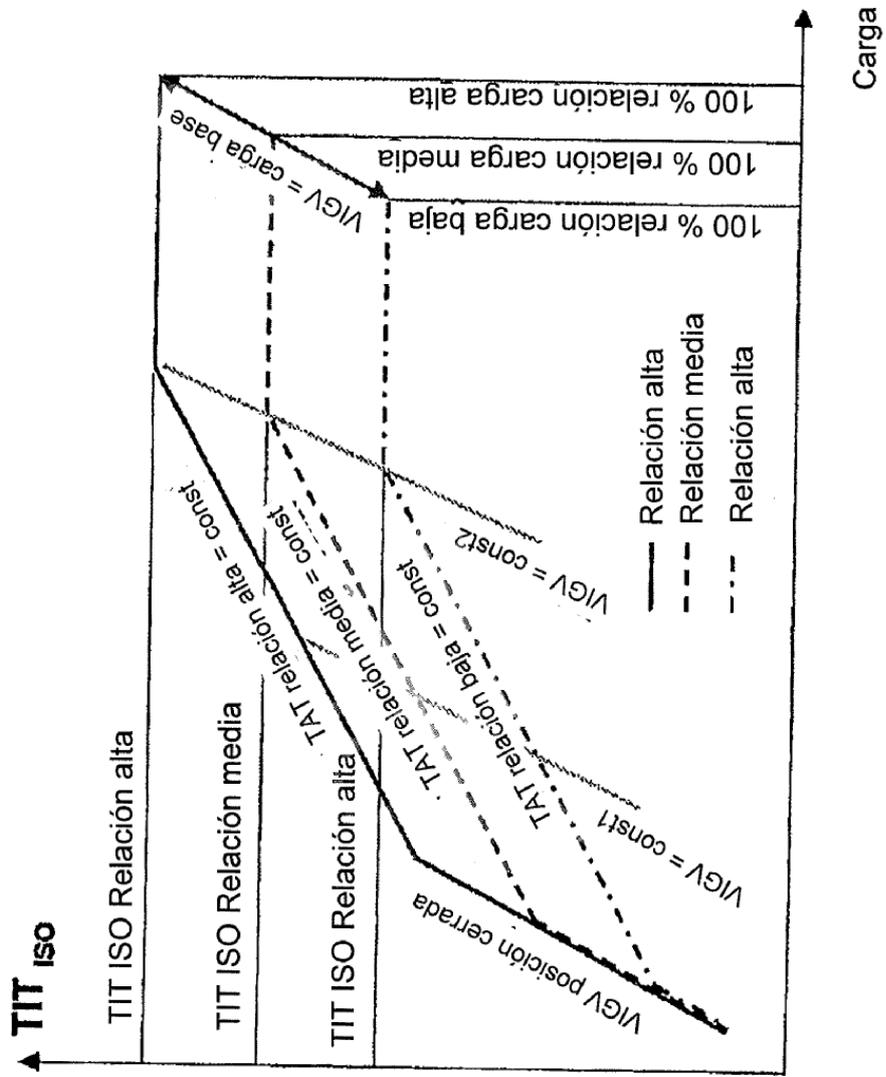


FIG. 2