



- 8 -



PATENTE DE INVENCION

que por veinte años, para España y sus Posesiones, se solicita a favor de la Firma SULZER FRERES SOCIETE ANONYME., entidad suiza, residente en WINTERTHUR (SUIZA), por: "SISTEMA PARA LA PROTECCION DE TURBINAS DE GAS EN CASO DE INTERRUPCION INSTANTANEA DE LA CARGA."

Memoria Descriptiva

La invención se refiere a un sistema para la protección de una turbina de gas cerrada, de al menos dos ejes, en caso de una interrupción instantanea de la carga, cuya turbina tiene al menos dos fases de condensación con refrigeración intermedia y al menos dos fases de expansión con calentamiento intermedio, siendo generada la potencia útil por la fase de expansión de baja presión y empleandose como elemento operador el refrigerante de un reactor nuclear, por ejemplo CO₂. Finalmente tiene lugar la admisión de calor exterior procedente del reactor nuclear el menos en parte a CO₂ que fué expandido al menos parcialmente.

Es conocido transformar en energía eléctrica el calor generado en un reactor nuclear, mediante una turbina de gas cerrada en que el CO₂ que sirve de refrigerante para el reactor es utilizado como elemento operador. La admisión de calor desde el exterior, es decir, procedente del reactor tiene lugar preferentemente en un area de presión media de la turbina de gas, en que el CO₂ fué expandido ya en parte en una fase de expansión para alta presión. Esta medida tiene la ventaja de que



los conductos para el refrigerante pueden ser dimensionados en el reactor para presiones bajas:

20 La invención tiene por objeto evitar, en caso de un descenso instantaneo de la carga en la turbina generadora de potencia útil, una quemadura de la instalación y proteger ante todo incluso el reactor contra presiones demasiado elevadas y/o temperaturas demasiado elevadas. La invención está caracterizada por un organo estrangulador regulable en la salida de la fase de expansión para baja presión y por un conducto que
25 desvia de la fase de expansión de baja presión y el organo estrangulador y en que existe un organo regulador de paso controlable por un organo de retardo.

Mediante el organo estrangulador que es controlado por un regulador de numero de revoluciones para el eje de baja presión y está situado en la salida de la fase de expansión de baja presión se alcanza de
30 trás de la misma un considerable aumento de presión, que puede corresponder por ejemplo a la mitad de la presión existente. Esto tiene por consecuencia el que la potencia generada por dicha fase de expansión descende muy rapidamente. Mediante un retardo ajustable en el lapso de tiempo es
35 abierto entonces el bypass a la citada fase de expansión, por lo que se consigue el que a pesar del considerable aumento de la presión detrás de dicha turbina su presión de entrada varía solo de un modo relativamente reducido, por ejemplo, menos del 10%. De este modo se consigue el que además el reactor nuclear situado delante de dicha turbina sea protegido
40 contra presión-es demasiado elevadas.

Si se desea limitar simultaneamente además el número de revoluciones del eje para alta presión, entonces es conveniente prever para la parte de alta presión de la instalación un conducto de cierre en corto que conduce procedente de la salida del condensador para alta presión a
45 la entrada de la turbina para baja presión y está dotado de otro organo regulador de paso.

Además es conocido conducir el CO₂ en turbinas de gas de tal manera que, ante todo a presiones elevadas, una parte de las mismas es derivada del flujo de gas, refrigerada y licuada. En un proceso de dicha



50 indole el medio licuado es llevado entonces preferentemente mediante una
bomba a mayor presión, siendo calentado a continuación, por ejemplo en
un recuperador y reunido de nuevo con el circuito de gas. Este tipo pro-
ceso sirve para la carnotización del circuito de CO_2 .

Una posibilidad sencilla de mantener la presión del CO_2 en el
55 reactor al menos ampliamente constante, consiste en tales instalaciones
en el hecho de que existe un conducto dotado de un órgano de cierre que
comunica el conducto que contiene el condensado antes del aumento de la
presión del mismo con la entrada de la fase de expansión a baja presión.
Pues por este conducto es comunicado con la salida del reactor el conden-
60 sador, cuya presión queda en esencial constante o varía solo muy lenta-
mente, porque la misma está determinada ante todo por la temperatura del
agua de refrigeración.

Otras características de la invención resultan de la siguiente
descripción de un ejemplo de realización en combinación con el plano.

65 La única figura muestra en ilustración esquemática un circuito
de gas con una condensación parcial en el área de presión superior de una
turbina de gas construida según invención así como un ejemplo para el sis-
tema regulador correspondiente.

El condensador de baja presión 1 montado junto con el generador
70 de potencia útil 15 sobre el eje para baja presión 16 la instalación as-
pira del refrigerador de retorno 10 un gas frío y expandido y lo condensa
hasta una presión media. A través del refrigerador intermedio 2 llega el
gas al condensador de presión media 3; este es accionado por la turbina
para alta presión 7 a través del eje para alta presión 17. Sobre dicho eje
75 está dispuesto además el condensador de alta presión 5 y la bomba 13 para
el condensado. Este puede estar montado sin embargo además sobre el eje
de baja presión. Al final del condensador de presión media 3 el flujo de
gas es dividido en dos flujos parciales, aproximadamente por la mitad. Uno
de los volúmenes parciales fluye a través del pre-refrigerador 11 y del
80 condensador 12 a una bomba 13 y es llevado por este a la presión final de
la instalación. El circuito se desarrolla en ello por ejemplo de tal manera



que el condensado que sale del condensador 12 rebasa ya durante el aumento de su presión en la bomba 13 de nuevo la presión crítica, para fluir a un recuperador 14 en que es calentado por el calor extraído del elemento operador expandido, antes de que se reune el punto 28 nuevamente con el otro volumen parcial.

Este otro volumen parcial fluye a partir de la salida del condensador de presión media 3 al condensador de alta presión 5, siendo llevado allí a su presión final y conducido igualmente al punto 28.

Desde allí el volumen total es calentado, al pasar por el recuperador 6, igualmente por el gas expandido que retorna al refrigerador de retorno 10 y llega para su expansión parcial a la turbina de alta presión 7.

En el transmisor termico o el reactor nuclear 8 que sigue a esta el CO_2 es calentado intermediariamente por el calor suministrado al proceso desde el exterior, antes de que el mismo sea expandido en la turbina para baja presión 9 hasta la presión inicial, en cuya turbina genera la potencia útil. En su camino a través de los recuperadores 6 y 14 así como del refrigerador de retorno 10, en que - igual como en el refrigerador intermedio 2, en el pre-refrigerador 11 y en el condensador 12 - es disipado calor con ayuda de un refrigerante, por ejemplo agua, el gas expandido es reducido finalmente a su estado inicial delante del condensador de baja presión 1.

Según invención esta dispuesto en el circuito principal después de la turbina de baja presión 9 el organo estrangulador 60 regulable. Además el conducto 61 en que existe el organo de paso 62 cierra en corto la turbina 9. La regulación de estos dos organos 60 y 62 se efectúa mediante los conductores de señales 63 y 64 desde el regulador de número de revoluciones 65 del eje de baja presión 16, estando montado en el conducto 64 el organo de retardo 66 que posee un retardo ajustable. El regulador de número de revoluciones 65 puede ser sustituido además por un regulador de aceleración o un comprobador de carga del generador.

Como se ha mencionado ya, es cerrado a un número determinado de revoluciones del eje de baja presión 16 o a una velocidad de variación



115 determinada de dicho número de revoluciones o, respectivamente, en caso
de interrupción de carga en el generador, primero el organo 60 hasta al
extremo que tiene lugar un considerable aumento de presión hacia la tur-
bina de baja presión 9. A través del organo de retardo 66 ajustado a un
120 número de revoluciones 65 produce despues de cierto lapso de tiempo la
abertura del organo 62, de modo que el aumento de presión delante de la
turbina de baja presión 9 es mantenido dentro de estrechos limites. De
este modo la caída útil de la turbina 9 es reducida considerablemente y
evitada una aceleración del eje de baja presión, pudiendo evitarse simul-
125 taneamente un aumento exagerado de presión en el reactor 8.

Con el fin de evitar la quemadura del eje del alta presión
17, existe un conducto 32 que comunica la salida del condensador de alta
presión 5 con la entrada de la turbina de baja presión 9 directamente y
cuyo conducto esta dotado de un organo estrangulador regulable 33. Este
130 es controlado a través del conductor de señales 35 por el regulador de
número de revoluciones 37 del eje de alta presión 17.

El conducto 38 con el organo 39 por ejemplo en forma de una
válvula de abertura y cierre sirve igualmente para la protección del
reactor contra presión demasiado elevada. La presión de entrada al reac-
tor medida entre la turbina de alta presión 7 y el reactor 8 a través
135 del detector de medición 46 es aprovechada por el regulador de presión
45 a través del conductor de señales 47 para accionar la válvula 39.
Tan pronto como dicha válvula 39 esté abierta la salida del reactor 8
está acoplado referido a la presión al condensador 12. Puesto que en
140 este condensador la presión es en esencial constante o, respectivamente,
varia solo lentamente, porque el primer término la misma es determinada
por la temperatura del agua de refrigeración que atraviesa el condensa-
dor 12 puede mantenerse así ampliamente constante además la presión del
gas en el reactor 8. Encima de ello puede controlarse mediante el acople
del condensador al circuito principal directamente despues del reactor 8,
145 la temperatura en la salida del reactor por la inyección del condensado



- 8 J

- 6 -

relativamente frío rápidamente y en el sentido deseado.

Una protección del reactor 8 contra temperaturas demasiado elevadas ofrece el circuito regulador de temperatura 44,43,48 que actúa, por ejemplo sobre varillas reguladoras del reactor 8. En este sistema la temperatura medida por el detector 44 llega primero al regulador de temperatura 43 formado, por ejemplo, como termostato, cuya señal de salida es conducida a través del conductor de señales 48 para el desplazamiento de las varillas reguladoras en el reactor 8.

Se desea mencionar además que los impulsos mecánicos están dibujados en la figura en líneas dobles, los conductos que conducen el CO₂ gaseoso en simples líneas, los conductos que conducen el condensado en líneas de trazos y los conductores de señales en líneas punteadas.

Descrita suficientemente la naturaleza y alcance de la presente invención, se hace constar que en la misma podrán ser variables los materiales, dimensiones, y en general aquellos otros detalles accesorios o secundarios que no alteren, cambien ni modifiquen la esencialidad propuesta.

Los términos en que queda redactada esta memoria son ciertos y fiel reflejo del objeto descrito debiéndose tomar en un sentido más amplio y nunca en forma limitativa.

REIVINDICACIONES

Se reivindica como de la propia y nueva invención la propiedad y explotación exclusivas de:

1ª.- Sistema para la protección de turbinas de gas en caso de interrupción instantánea de la carga, cuya turbina tiene al menos dos fases de condensación con refrigeración intermedia y al menos dos fases de expansión con calentamiento intermedio siendo generada la potencia útil por la fase de expansión de baja presión, empleándose además como elemento operador el refrigerante de un reactor nuclear, por ejemplo CO₂, efectuándose finalmente el suministro exterior del calor procedente del reactor nuclear al menos en parte a CO₂ expandido por lo menos en parte, caracterizado por un órgano estrangulador regulable en la salida de la fase de expansión de baja presión y un conducto que desvía la fase de expan-



180 sión de baja presión y el organo estrangulador y en que existe un organo regulador de paso controlable a través de un organo de retardo.

2ª.- Sistema para la protección de turbinas de gas en caso de interrupción instantanea de la carga, según reivindicación 1ª, caracterizado por un conducto de cierre en corto para la parte del alta presión de la

185 instalación que desde la salida del condensador de alta presión conduce a la entrada de la fase de expansión de baja presión y está dotado de otro organo de paso.

3ª.- Sistema para la protección de turbinas de gas en caso de interrupción instantanea de la carga, según reivindicación 1ª, para una instalación en que una parte del elemento operador ramifica del circuito de

190 gas, siendo licuado por extracción de calor, siendo llevado mediante aumento de presión al menos hasta una presión intermedia y retornado nuevamente al circuito principal, caracterizado por un conducto de enlace cerrable entre el conducto que transporta el condensado y el circuito de gas delante de la turbina de baja presión.

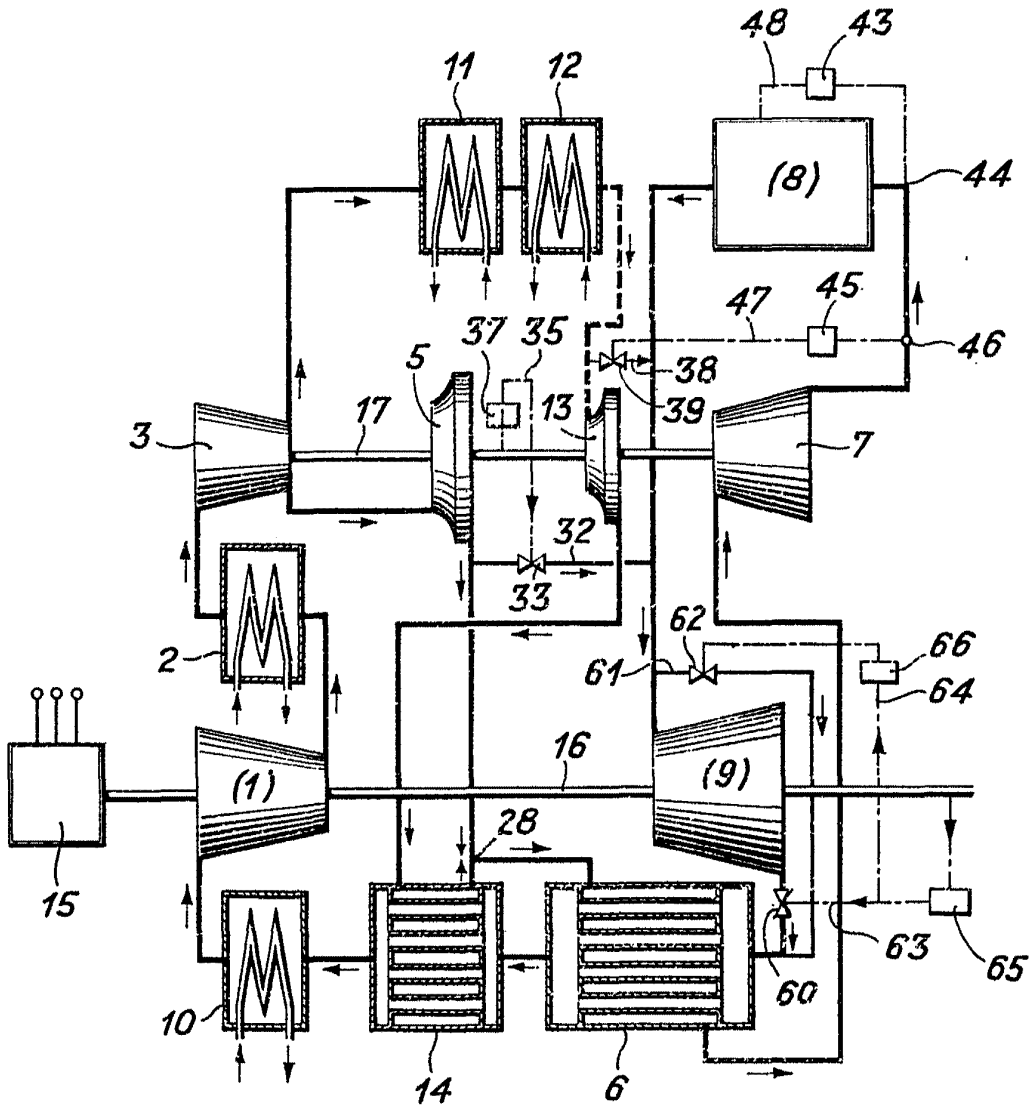
195 4ª.- Sistema para la protección de turbinas de gas en caso de interrupción instantanea de la carga, según reivindicación 1ª, caracterizado porque la sección de abertura del organo de estrangulación se forma en la salida de la fase de expansión a baja presión y la abertura temporalmente retardada del conducto de cierre en corto para dicha fase de

200 expansión se realiza de tal manera que la presión se aumenta en la salida de dicha fase de expansión al menos por la mitad, mientras que, en cambio, queda en su entrada al menos aproximadamente constante.

205 5ª.- "SISTEMA PARA LA PROTECCION DE TURBINAS DE GAS EN CASO DE INTERRUPCION INSTANTANEA DE LA CARGA."

Consta la presente memoria descriptiva de siete hojas numeradas y mecanografiadas por una sola cara, a las que se les acompaña un plano para su mejor comprensión.

MADRID, 4 DE JULIO DE 1.968.-



60

ESCALA VARIABLE