



PATENTE DE INVENCIÓN

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: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LAS TURBINAS DE GAS PARA CO<sub>2</sub>."

Memoria Descriptiva

La invención se refiere a una turbina de gas para CO<sub>2</sub> cerrada con al/menos dos ejes en combinación con un reactor nuclear u otra fuente térmica exterior adecuada, teniendo la instalación al menos dos fases de condensación con refrigeración intermedia y por lo menos dos  
5 fases de expansión con calentamiento intermedio así como por lo menos un recuperador, siendo generada además la potencia útil por la fase de expansión de baja presión; teniendo lugar el suministro de calor procedente de la fuente termica exterior al menos en parte al CO<sub>2</sub> expandido parcialmente, comunicando finalmente un conducto bypass dotado de una  
10 válvula reguladora la salida del condensador de alta presión con un punto de presión mínima.

Objeto de la presente invención es impedir la quemadura de la instalación en caso de que se interrumpa instantaneamente la carga. Además debe mejorarse con la invención la constancia de número de revo-

13 JUL 1968

15 luciones del eje de baja presión que genera la potencia útil y conseguirse con ello una frecuencia lo más constante posible en el generador de potencias útiles acoplado.

20 Cuando se emplea como fuente termica exterior un reactor nuclear, este es protegido además por la invención contra temperaturas inadmisiblemente elevadas en caso de interrupción instantanea de la carga en la instalación.

25 La invención está caracterizada por un organo estrangulador regulable delante de esta fase de expansión de baja presión y por un conducto de desviación dotado de un organo regulador para esta fase de expansión. Convenientemente pueden regularse el organo estrangulador y regulador por un regulador de número de revoluciones o un regulador de aceleración del eje de baja presión, efectuandose la regulación de los dos organos convenientemente de tal manera que capacidad de absorción del tramo de baja presión-es decir, el paso del gas a través de la turbina de baja presión y su conducto de desviación - queda al menos aproximadamente, constante.

30 Con el fin de reducir la temperatura del gas que fluye por el conducto de desviación de la fase de expansión de baja presión, puede introducirse para la protección del o de los recuperadores, adicionalmente elementos operadores de temperatura inferior en el citado conducto de desviación.

35 Si se efectua una condensación parcial del elemento operador en el area superior de presión, entonces puede conseguirse la reducción de temperatura del gas en el conducto de desviación mediante inyección de condensado en dicho conducto. Para la realización de dicha medida puede existir un conducto de ramificación que va dotado de un regulador de paso y comunica el conducto de desviación para la fase de expansión de baja presión con el conducto que transporta el condensado.

40 Una reacción especialmente rápida a un descenso de carga en el generador puede conseguirse, cuando el organo regulador en el conducto de desviación para la fase de expansión de baja presión puede ser contro-



lado por un relé de desprendimiento de carga del generador de potencia  
útil. Con el fin de evitar un bombeado del condensador y la quemadura  
del eje de alta presión, puede tomarse adicionalmente una medida en el  
50 sentido de que la válvula reguladora prevista en el conducto bypass des-  
de un condensador de alta presión hasta un punto de presión mínima es  
controlada por un regulador de valores límites al que llegan a su vez  
desde el regulador de número de revoluciones del eje de alta presión y/o  
detectores de presión señales producidas en las sendas fases de conden-  
55 sación.

Otras características de la invención resultan de la descrip-  
ción a continuación de algunos ejemplos de realización en com-  
binación con el plano.

Figura 1 muestra una primera instalación según la invención  
60 sin condensación parcial, mientras que;

Figura 2 reproduce en un segundo ejemplo de realización una  
instalación en que es condensada parte del CO<sub>2</sub>.

En ambas figuras el condensador de baja presión 1, montado  
junto con el generador de potencia útil 15 sobre el eje de baja presión  
65 16 de la instalación, aspira del refrigerador de retorno 10 gas frío y  
expandido y lo condensa hasta una presión intermedia. A través del refri-  
gerador intermedio 2 el gas llega entonces al condensador de presión me-  
dia 3; este es impulsado por la turbina de alta presión 7 a través del  
eje de alta presión 17. Sobre dicho eje está dispuesto además el conden-  
70 sador de alta presión 5. Desde la salida del condensador de presión media  
3 fluye el gas a través del refrigerador intermedio 4 y del condensador  
de alta presión 5 al recuperador 6 en que es calentado por el calor ex-  
traído del flujo de gas expandido que retorna al refrigerador de retorno  
10, antes de que sea expandido parcialmente en la turbina de alta presión 7.

75 En el transmisor térmico o reactor nuclear 8 que sigue a ellos  
el CO<sub>2</sub> es calentado intermediariamente por el calor admitido al proceso  
desde el exterior, antes de que sea expandido en la turbina de baja presión  
9 hasta la presión inicial, siendo generado en este proceso la potencia



80 util. En su recorrido por el recuperador 6 así como el refrigerador de  
retorno 10 en que, igual como en los refrigeradores intermedios 2 y 4,  
es evacuado calor con ayuda de un refrigerante, por ejemplo, agua, al ex-  
terior, el gas expandido es retornado finalmente a su estado inicial an-  
tes del condensador de baja presión 1.

85 Según invención está dispuesto delante de la turbina de baja  
presión 9 el organo estrangulador regulable 70, delante de cuya salida  
se ramifica el conducto de desviación 71 para la turbina de baja presión  
9. El paso por este conducto de desviación 71 es regulado por el organo  
72. Detrás de este desemboca en el conducto de desviación 71 otro conduc-  
to 73 que comunica la salida del condensador de alta presión con el con-  
90 ducto de desviación 71 y por el cual puede introducirse gas relativamente  
frio en este conducto de desviación. El paso por el conducto 73 es ajus-  
tado por el organo regulador 74.

95 Los organos 70 y 72 son desplazados en dependencia del regu-  
lador de números de revoluciones 65 del eje de baja presión 16 a través  
del conductor de señales 63 que bifurca en los conductores 63a y 63b.  
El regulador de números de revoluciones 65 puede ser formado sin embargo  
además como regulador de la aceleración para el número de revoluciones.  
Para el circuito total resulta especialmente favorable este arreglo, cuan-  
do la regulación de los dos organos 70 y 72 es efectuada en sentido opues-  
to de tal manera que la capacidad de absorción del tramo de baja presión,  
100 es decir, aquella de la turbina de baja presión 9 y del conducto 71 que  
transcurre paralelo a ella queda aproximadamente constante; pues de este  
modo puede reducirse considerablemente el peligro de bombeado para el  
condensador de baja presión 1.

105 Para la protección del recuperador 6 contra gas caliente, que  
eventualmente podría pasar por el conducto 71, sirve el detector de tem-  
peratura 75 en la entrada de baja presión al recuperador 6. Este detector  
de temperatura 75 determina a través del regulador 76 y el conductor de  
señales 77 la cantidad que pasa por el organo 74 y el conducto 73, por  
110 el que puede entrar un gas relativamente frio en el conducto de desviación  
71.



En la instalación ilustrada en fig. 2 en que el gas es licua-  
do en parte en el area de presión superior se suprime en relación a fig. 1  
el refrigerador intermedio 4. En lugar de ello el circuito de gas bifurca  
115 en el extremo del condensador de presión media 3 en dos flujos parciales  
aproximadamente iguales. Uno de estos flujos parciales pasa por el pre-  
refrigerador 11 y el condensador 12 hasta una bomba 13 siendo llevado  
por esta hasta la presión final de la instalación. El circuito está rea-  
lizado en ello por ejemplo de tal manera que el condensado precedente del  
120 condensador 12 rebasa ya durante el aumento de presión en la bomba 13 nue-  
vamente la presión crítica, fluyendo a un recuperador 14, en que es calen-  
tado por el calor extraido del elemento operador expandido, antes de que  
se reuna en el punto 28 nuevamente con la otra cantidad parcial.

Esta otra cantidad parcial fluye desde la salida del conden-  
sador de presión media 3 directamente al condensador de alta presión 5,  
125 donde es llevada a su presión final y conducida igualmente al punto 28.

Desde allí la cantidad total es calentada, al pasar por el  
recuperador 6 igualmente por el gas expandido que retorna al refrigerador  
de retorno 10 y llega, como en el primer ejemplo, a la turbina de alta  
130 presión 7 para su expansión parcial.

Igual como en el refrigerador de retorno 10 y en los refrige-  
radores intermedios 2 y 4 es evacuado de la instalación extraido del CO<sub>2</sub>  
en el refrigerador preliminar 11 y en el condensador 12.

En figura 2 el conducto 73 está sustituido, en relación con  
135 fig. 1, por un conducto 78 por el que en lugar del gas de alta presión  
del condensador 5, es inyectado condensado precedente del acople con el  
condensador 12 y la bomba 13 en el conducto para la refrigeración y vapo-  
rizado.

Con el fin de conseguir en caso de un rápido descenso de la  
140 carga una rápida actuación del organo 72 en el conducto 71, este organo  
72 es controlado, en figura 2 adicionalmente, por un relé de desprendimien-  
to de carga 79 que sirve de regulador de valores limites, a través del  
conductor de señales 80. En caso de una interrupción instantanea de la



145 carga electrica en el generador se encarga dicho relé 79 de la abertura del organo 72 con preferencia a la regulaci3n procedente del regulador de numeros de revoluciones 65.

150 En ambas instalaciones ilustradas est3 previsto entre la salida del condensador 5 o, respectivamente, detras del punto 28 en que los dos flujos parciales del segundo ejemplo de realizaci3n son reunidos, y un punto de presi3n minima, un conducto bypass 81 generalmente conocido. En este se encuentra la v3lvula reguladora 82. esta es desplazada segun invenci3n a trav3s de un conductor de se3ales 83 por un regulador de valores limites 84 que a trav3s de los conductores 85 hasta 88 es controlado por valores de medici3n de los medidores de presi3n 89 hasta 92. Otra  
155 se3al de entrada para dicho regulador de valores limites 84 viene a trav3s del conductor 35 del regulador de numero de revoluciones 37 del eje de alta presi3n 17.

160 Con el fin de no dejar aumentarse el margen de presi3n que se origina en cada uno de los condensadores 3 y 5 debido al peligro de bombeado en los condensadores hasta m3s de un valor determinado, es formada la proporci3n a base de los valores medidos por los medidores de presi3n 89 hasta 92 en el regulador de valores limites 84. Tan pronto uno de estos ambientes de presi3n rebasa su valor predeterminado, una se3al de salida del regulador de valores limites 84 abre la v3lvula reguladora  
165 82 en el conducto bypass 81, de modo que una parte del elemento operador puede ser conducida procedente de la parte de alta presi3n a un punto de presi3n minima.

170 Sin embargo, cuando el n3mero de revoluciones del eje de alta presi3n 17 rebasa su valor limite, antes de que las citadas areas de presi3n rebasen su valor admisible, el regulador de numero de revoluciones 37 emite la se3al de salida del regulador de valores limites 84. Esta regulaci3n con ayuda de la v3lvula 82 en el conducto 81 reacciona pues solo en sentido de una regulaci3n limite e impide un bombeado de los condensadores 1,3 y 5 o respectivamente, una quemadura del eje de alta  
175 presi3n 17.



Para la protección del reactor 8 contra temperaturas demasiado elevadas es controlado, igualmente como en ambos ejemplos de realización, la temperatura del gas que sale del reactor 8 a través del regulador 43, controlado por el detector de temperatura 44 y controlada a través del conductor de señales 48 en el propio reactor, por ejemplo, por varillas reguladoras, realizándose dicha regulación o igualmente a base de un valor límite determinado o un valor constante de la temperatura de salida del reactor.

Se desea añadir que impulsos mecánicos están dibujados en las figuras como líneas dobles, los conductos que conducen el  $\text{CO}_2$  gaseoso como 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.- Perfeccionamientos introducidos en las turbinas de gas para  $\text{CO}_2$ , cerrada y al menos con dos ejes, en combinación con un reactor nuclear u otra fuente térmica exterior adecuada, teniendo la instalación por lo menos dos fases de condensación con refrigeración intermedia y al menos dos fases de expansión con calentamiento intermedio, así como por lo menos un recuperador, siendo generada además la potencia útil por la fase de expansión de baja presión, realizándose la admisión de calor procedente de la fuente de calor exterior por lo menos en parte a un  $\text{CO}_2$  expandido al menos parcialmente, comunicando finalmente un conducto bypass dotado



- de una válvula reguladora la salida del condensador de alta presión con un punto de presión mínima, caracterizado por un organo estrangulador regulable delante de la fase de expansión de baja presión y por un con-  
210 ducto de desviación para esta fase de expansión y dotado de un organo regulador.
- 2ª.- Perfeccionamientos introducidos en las turbinas de gas para CO<sub>2</sub>, según reivindicación 1ª, caracterizados porque el organo estrangulador  
215 y el organo regulador son controlados por un regulador de número de revoluciones o regulador de aceleraciones, del eje de baja presión.
- 3ª.- Perfeccionamientos introducidos en las turbinas de gas para CO<sub>2</sub>, según reivindicación 2ª, caracterizados porque la regulación de los dos  
220 organos antes citado se efectua de tal manera que la capacidad de aspiración del tramo de baja presión queda, al menos aproximadamente, constante.
- 4ª.- Perfeccionamientos introducidos en las turbinas de gas para CO<sub>2</sub>, según reivindicación 1ª, caracterizados porque se introducen en el con-  
ducto de desviación para la fase de expansión de baja presión elementos operadores de temperatura mas baja.
- 225 5ª.- Perfeccionamientos introducidos en las turbinas de gas para CO<sub>2</sub>, según reivindicación 1ª, caracterizados porque el organo regulador es controlado en el conducto de desviación para la fase de expansión de baja presión adicionalmente por un relé de desprendimiento de carga del gene-  
rador de potencia útil, cuyo relé actua como regulador de valores limites.
- 230 6ª.- Perfeccionamientos introducidos en las turbinas de gas para CO<sub>2</sub>, según reivindicación 4ª, en que una parte del elemento operador bifurca del circuito de gas, siendo licuado por extracción de calor y llevado por aumento de presión, por lo menos, hasta una presión intermedia y re-  
tornado finalmente al circuito principal, caracterizado por un conducto  
235 de ramificación que comunica el conducto de desviación para la fase de expansión de baja presión con el conducto que conduce el condensado, estando dotado el conducto de ramificación de un organo regulador de paso.
- 7ª.- Perfeccionamientos introducidos en las turbinas de gas para CO<sub>2</sub>, se-  
gún reivindicaciones 1ª ó 6ª, caracterizados porque la válvula reguladora  
240 que está prevista en el conducto bypass entre la salida del condensador



de alta presión y un punto de presión mínima, es controlada por un regulador de valores límites, al que son emitidas a su vez por el regulador de número de revoluciones del eje de alta presión y/o los detectores de presión las señales producidas en las sendas fases de condensación.

245

8ª.- " PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LAS TURBINAS DE GAS PARA CO<sub>2</sub>."

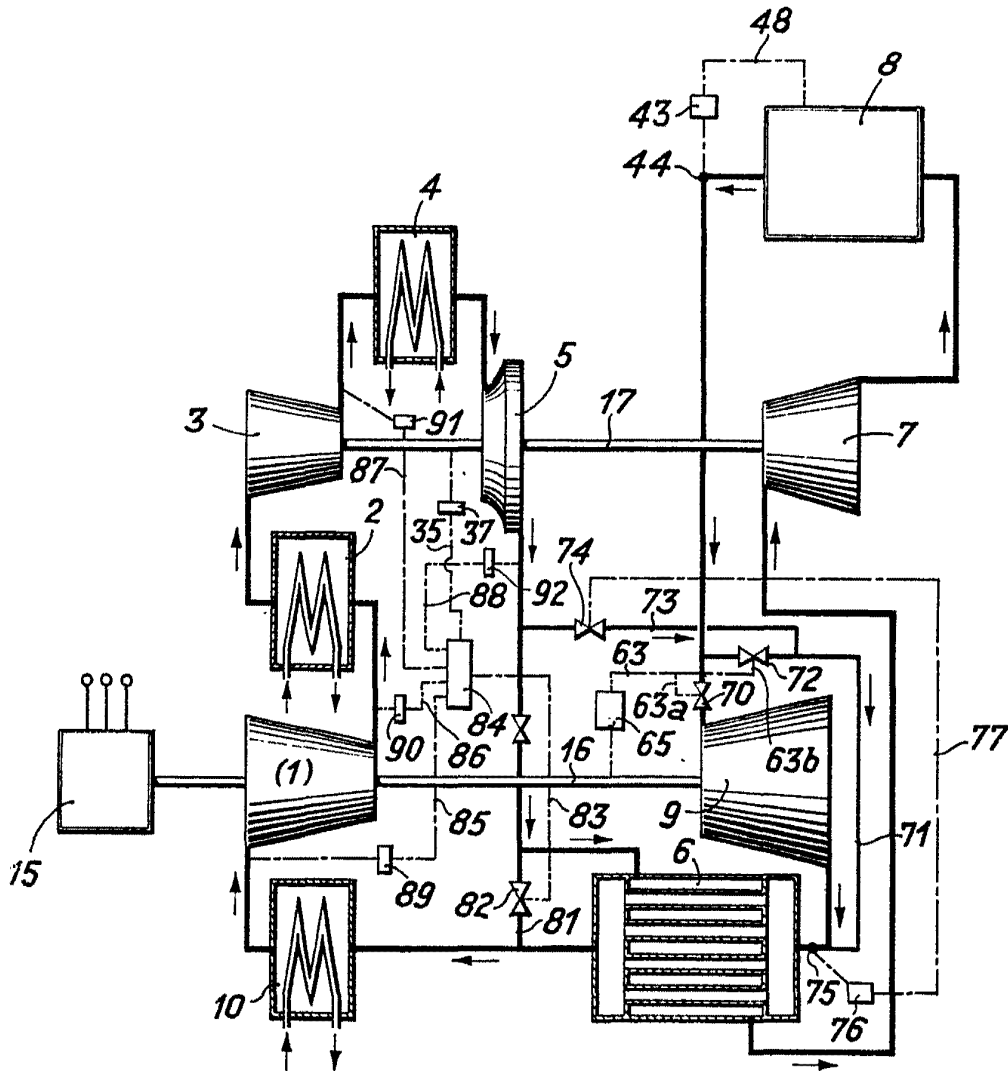
Consta la presente memoria descriptiva de nueve hojas numeradas y mecanografiadas por una sola cara, a las que se les acompañan dos planos para su mejor comprensión.

MADRID, 13 JULIO DE 1968.-

BOULEVARD DE LA TORRE ROSSINI  
P.F.  
*[Handwritten Signature]*  
Emilio García Arceba



Fig. 1



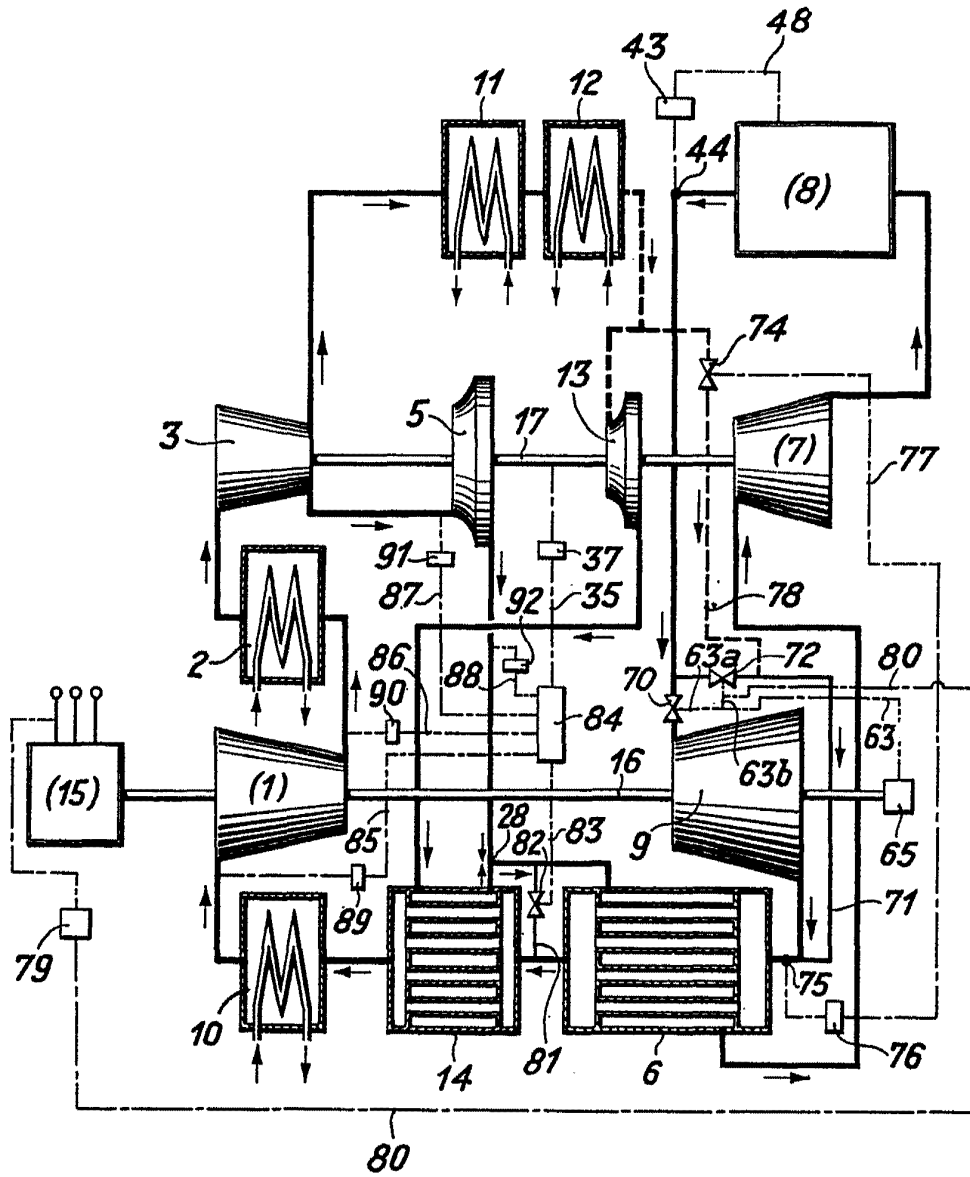
ESCALA VARIABLE

RODRIGUEZ GARCIA  
P.I.

Escuela Central de Ingenieros



Fig.2



ESCALA VARIABLE