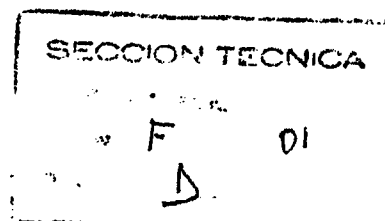




12

F02C 6/08, 1/05



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: "CIRCUITO DE CO₂ CON CONDENSACION PARCIAL PARA TURBINAS DE GAS."

Memoria Descriptiva

La invención se refiere a un circuito - CO₂ con condensación parcial para una turbina de gas cerrada y de dos ejes en combinación con un reactor nuclear u otra fuente térmica exterior adecuada, en que el gas se condensa en al menos dos fases de condensación bajo refrigeración intermedia y es expandido bajo calentamiento intermedio en al menos dos fases de expansión acopladas en serie, Además es condensado un volumen parcial del elemento operador en una fase intermedia de la condensación, efectuándose finalmente el suministro de calor procedente de la fuente termica exterior al menos en parte al CO₂ parcialmente expandido.

Es conocido conducir el CO₂ en turbinas de gas de tal manera que ente todo a altas presiones se ramifica una parte del mismo del flujo de gas, siendo refrigerada y licuada. En tal proceso el medio licuado es llevado entonces, preferentemente mediante una bomba, a una presión más



15 elevada, siendo calentado a continuación y reunido nuevamente con el circuito de gas.

Este desarrollo del proceso sirve para la carnotización del circuito de CO₂.

20 El circuito de CO₂ es formado en tales instalaciones generalmente de tal manera que el volumen parcial gaseoso y el volumen parcial líquido son llevados en dos máquinas separadas a una presión más elevada, antes de que se reúnan nuevamente fluyendo juntos por las siguientes secciones del circuito.

25 En grandes instalaciones en que el flujo que pasa por el segundo por la instalación puede ser de varias toneladas exige el separado aumento de presión del volumen total dividido por ejemplo en dos partes iguales un gasto considerable para al menos un condensador para el flujo de gas y para al menos una bomba para el volumen parcial condensado.

30 La invención tiene por objeto evitar dicho gasto doble para el aumento de la presión del CO₂. En ello se hace uso del hecho de que el CO₂ gaseoso y líquido difieren en su densidad en el área de la saturación solo relativamente poco. Así posee en el área indicada el condensado de CO₂ solo una densidad aproximadamente tres veces mayor que el vapor. Los temidos fenómenos de cavitación y erosión en las turbinas de vapor en que el agua sirve de elemento operador no surgen por lo tanto en circuitos de CO₂ en tal medida. Por lo tanto consiste la invención en el hecho de que el flujo total constituido por CO₂ líquido y gaseoso es condensado más en su conjunto al menos hasta una presión intermedia, pudiendo ser la presión intermedia ^u a _u mentada incluso la presión final de la instalación.

40 Ventajosamente puede desarrollarse el circuito según invención de tal manera que el volumen parcial no condensado es conducido con ayuda de un conducto bypass dotado de un órgano de paso por delante del condensador. Esta medida trae ventajas y facilidades especiales en el montaje del condensador, ya que este no es pasado adicionalmente por CO₂ que queda gaseoso.

45 En combinación con el conducto bypass que recibe el volumen



parcial no condensado es posible desplazar el organo de paso en dependencia de la temperatura del condensado o en dependencia del volumen del condensado en la salida del condensador.

50 Si la máquina que condensa el flujo total de CO_2 líquido y gaseoso es accionada por la fase de expansión de baja presión, entonces resulta otra ventaja en sentido de que esta máquina puede ser una turbomáquina de paso lento y de tipo de construcción semiaxial; tales máquinas poseen un rendimiento elevado.

55 Aun cuando es conveniente en combinación con un reactor nuclear efectuar el suministro de calor desde el reactor a una presión media del circuito de CO_2 , puesto que entonces el reactor no debe ser construido en su circuito de refrigerante para presiones relativamente elevadas, es además posible el que el suministro exterior de calor se efectuó en parte en la zona de alta presión del circuito CO_2 .

60 Además puede tomarse sin embargo la medida en el sentido de que el reactor nuclear comunica también térmicamente a través de un circuito intermedio con el circuito de CO_2 .

65 El condensador de alta presión común está formado ventajosamente como condensador axial en que se suprime el efecto separador centrifugo para líquido y gas.

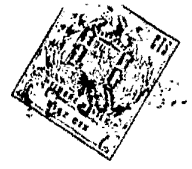
Otras características de la invención resulta de la siguiente descripción de algunos ejemplos de realización en combinación con el plano.

70 Figura 1 muestra un primer ejemplo de realización, en que el flujo de gas fluye a una presión intermedia por un pre-refrigerador y un condensador, siendo licuado un flujo parcial;

75 En el ejemplo según figura 2 fluye a través del condensador solo el volumen parcial que se ha de licuar, mientras que la parte restante que queda gaseosa es conducida mediante un conducto bypass por delante del mismo.

Figura 3 representa una variante según la disposición de la figura 2.

El condensador de baja presión 1 situado junto con el gene-



80 rador de potencia útil 15 sobre el eje de baja presión 16, aspira del re-
frigerador de retorno 10 gas frio y expandido y lo condensa hasta una pre-
sión media. A través del refrigerador intermedio 2 llega el gas entonces
al condensador de presión media 3; este es accionado por una turbina de
alta presión 7 a través del eje de alta presión 17. Sobre dicho eje 17
85 está dispuesta además la máquina 13 para el aumento de presión del volu-
men parcial líquido y gaseoso juntos. Esta máquina puede estar montada
sin embargo, como ya se ha dicho, ventajosamente incluso sobre el eje de
baja presión (fig. 3).

Desde el extremo del condensador de presión media 3 el CO₂
fluye a través del pre-refrigerador 11 y del condensador 12 a la máquina
90 13 donde es llevado hasta la presión final de la instalación.

En el ejemplo según fig. 1 es condensado el condensador 12
una parte del gas que pasa por el mismo, siendo ajustado el condensador
aproximadamente de tal manera a la cantidad de CO₂ que a temperaturas de
refrigerante predeterminadas es condensada aproximadamente la mitad del
95 CO₂. En ciertas circunstancias es posible variar dentro de ciertos límites
y mediante variación de la velocidad del flujo del agua de refrigeración
el volumen parcial condensado.

El circuito está determinado en ello por ejemplo de tal mane-
ra, que el condensado procedente del condensador 12 ha rebasado durante
100 el aumento de su presión en la máquina 13 nuevamente ya la presión críti-
ca fluyendo a un recuperador 14 en que es calentado por el calor extraído
del elemento operador expandido.

En su recorrido llega el volumen total ahora al recuperador
6 donde es calentado igualmente por el gas que fluye al refrigerador de
105 retorno 10, antes de que fluya para la expansión parcial a la turbina de
alta presión.

En el siguiente transmisor termico o reactor nuclear 8 el CO₂
es calentado intermediariamente por calor suministrado al proceso desde
el exterior antes de que sea expandido en la turbina de baja presión 9
110 hasta la presión inicial produciendo en ello la potencia útil. En su cami-



no a través de los recuperadores 6 y 14, así como del refrigerador de retorno 10, en que, igual como en el refrigerador intermedio 2, el pre-refrigerador 11 y el condensador 12 es evacuado calor con ayuda de un refrigerante, por ejemplo agua, al exterior el gas expandido es reducido finalmente a su estado inicial antes del condensador de baja presión 1.

Como ilustrado en figura 2, puede subdividirse sin embargo el transmisor termico o, respectivamente, el reactor 8 además en una sección de alta presión 8a y una sección de baja presión 8b, de modo que el suministro de calor desde el exterior tiene ya lugar en parte antes de la turbina de alta presión 7. Para dicho objeto es conducida al menos una parte del gas comprimido hasta la presión final después del recuperador 6 para su calentamiento a la sección de alta presión 8a, antes de que fluya a la turbina de alta presión 7. Para dicho flujo a través de la sección de alta presión del transmisor termico o respectivamente reactor 8 están previstos correspondientes órganos 29 y 29a, formados bien como válvulas de apertura y cierre que pueden ser accionadas a mano, en caso de que la totalidad de flujo deba ser calentada en la sección 8a. Sin embargo es además posible suministrar calor exterior solo a un flujo parcial del gas de alta presión en la sección 8a del reactor y formar para ello órganos 29 y 29a como órganos reguladores, que son desplazados por ejemplo en sentido contrario entre sí por un factor de temperatura o de presión dispuesta en la salida de la sección de alta presión 8a del reactor 8, lo que no está ilustrado expresamente.

El circuito básico de la fig. 3 difiere de las figuras precedentes por un lado de tal manera que la máquina 13 está sobre el eje de baja presión 16, por lo que, como dicho ya, está puede ser construida muy bien y con buen rendimiento como máquina de marcha lenta.

Otra variante mostrada en figura 3 del circuito de gas consiste por otro lado en el hecho de que el circuito de CO₂ es calentado mediante otro refrigerante del reactor solo indirectamente por el reactor 8, pudiendo servir como refrigerante del reactor, por ejemplo sodio líquido. Este cede su calor en el transmisor termico 8c al CO₂, lo que está ilustrado



de modo puramente esquemático. La transmisión de calor desde el reactor
8 al CO₂ con ayuda de un portador intermedio es de ventaja especial, cuan-
do la presión determinada para el refrigerante del reactor debe ser mante-
nida relativamente baja. Por lo tanto puede utilizarse esta variante con
145 ventaja especial incluso en tales casos, en que, como mostrado en figura
2, se efectua ya un suministro de calor desde el exterior al CO₂ compri-
mido hasta su presión antes de la expansión a alta presión.

Los ejemplos de realización mostrados en las figuras 2 y 3
difieren de aquellos según figura 1 además de tal manera que el volumen
parcial que queda gaseoso es conducido por delante del pre-refrigerador
11 y del condensador 12 con ayuda de un conducto bypass 95 en que está
dispuesto un organo regulador de paso 96. Con dicha disposición resulta
155 la ventaja de que el condensador es atravesado precisamente por el volu-
men parcial que se ha de condensar, por lo que es simplificado esencialmen-
te su montaje así como el problema del flujo.

En figura 2 el volumen parcial conducido por delante del con-
densador 12 y que nuevamente corresponde a la mitad del volumen total, es
160 regulado por un regulador de temperatura 97 y el tactor de temperatura 97a
a través del conductor de señales 98, que mide la temperatura del conden-
sado en la salida del condensador 12. La regulación se efectua en ello
por ejemplo de tal manera que la temperatura del condensado es mantenido
siempre exactamente a la temperatura de condensación correspondiente a la
165 presión delante de la máquina 13.

En el ejemplo según figura 3 está previsto para el ajuste del
volumen parcial gaseoso, que fluye a través del conducto 95, un volúme-
trico 99 que está representado de modo conocido como medidor de diferencia
de presión y una pantalla. Por dicho dispositivo medidor de volumen es me-
170 dida la cantidad de condensación y su señal de salida llega nuevamente a
través del conductor de señales al organo regulador de paso 96.

Se desea añadir que los impulsos mecánicos están dibujados en
las figuras en líneas dobles, los conductos que conducen el CO₂ gaseoso
en líneas simples y los conductos que conducen el condensado en líneas



175 de trazos. Los conductores de señales están dibujados en líneas punteadas.

Deverita 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 accerosios 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, debiendose tomar en un sentido más amplio y nunca en forma limitativa.

REIVINDICACIONES

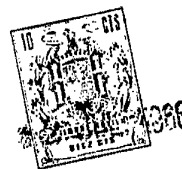
185 Se reivindica como de la propia y nueva invención la propiedad y explotación exclusivas de:

1ª.- Circuito de CO₂ con condensación parcial para turbinas de gas, cerrada y al menos de dos ejes, en combinación con un reactor nuclear u otra fuente termica exterior adecuada, condensandose el gas bajo refrigeración intermedia en al menos dos fases de condensación y expandiendose el mismo bajo calentamiento intermedio en al menos dos fases de expansión acopladas en serie, siendo condensado además un volumen parcial del elemento operador en una fase intermedia de la condensación y efectuandose finalmente el suministro de calor desde una fuente termica exterior al menos en parte a CO₂ parcialmente expandido, caracterizado porque la totalidad de flujo constituido por CO₂ líquido y gaseoso es condensado más en común al menos hasta una presión intermedia.

2ª.- Circuito de CO₂ con condensación parcial para turbinas de gas, según reivindicación 1ª, caracterizado porque la totalidad de flujo constituido por CO₂ líquido y gaseoso es condensada en común hasta su presión final.

3ª.- Circuito de CO₂ con condensación parcial para turbinas de gas, según reivindicación 1ª, caracterizado porque el volumen parcial no condensado es pasado, con ayuda de un conducto bypass dotado de un organo regulador de paso por delante del condensador.

4ª.- Circuito de CO₂ con condensación parcial para turbinas de gas, según



- reivindicación 3ª, caracterizado porque el organo regulador de paso es desplazado en dependencia de la temperatura del condensado en la salida del condensador.
- 210 5ª.- Circuito de CO₂ con condensación parcial para turbinas de gas, según reivindicación 3ª, caracterizado porque el organo regulador de paso es desplazado en dependencia de la cantidad del condensado en la salida del condensador.
- 215 6ª.- Circuito de CO₂ con condensación parcial para turbinas de gas, según reivindicación 1ª, caracterizado porque la máquina que condensa la totalidad del flujo constituido por CO₂ líquido y gaseoso es accionada por la fase de expansión de baja presión.
- 220 7ª.- Circuito de CO₂ con condensación parcial para turbinas de gas, según reivindicación 1ª, caracterizado porque la admisión de calor se efectúa desde el exterior en parte a la sección de alta presión del circuito de CO₂.
- 225 8ª.- Circuito de CO₂ con condensación parcial para turbinas de gas, según reivindicación 1ª, caracterizado porque para el suministro de calor desde el exterior sirve un reactor nuclear que comunica termicamente con el circuito de CO₂ a través de un circuito intermedio.
- 9ª.- Circuito de CO₂ con condensación parcial para turbinas de gas, según reivindicación 1ª, caracterizado porque el condensador de alta presión común para el CO₂ gaseoso y líquido es un condensador axial.
- 10ª.- " CIRCUITO DE CO₂ CON CONDENSACION PARCIAL PARA TURBINAS DE GAS."

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

MADRID, 12 DE JULIO DE 1968

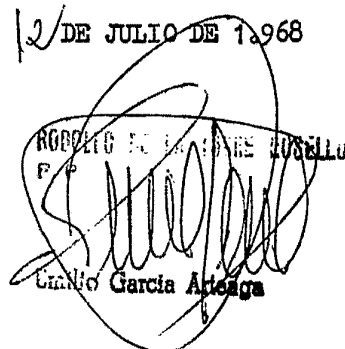
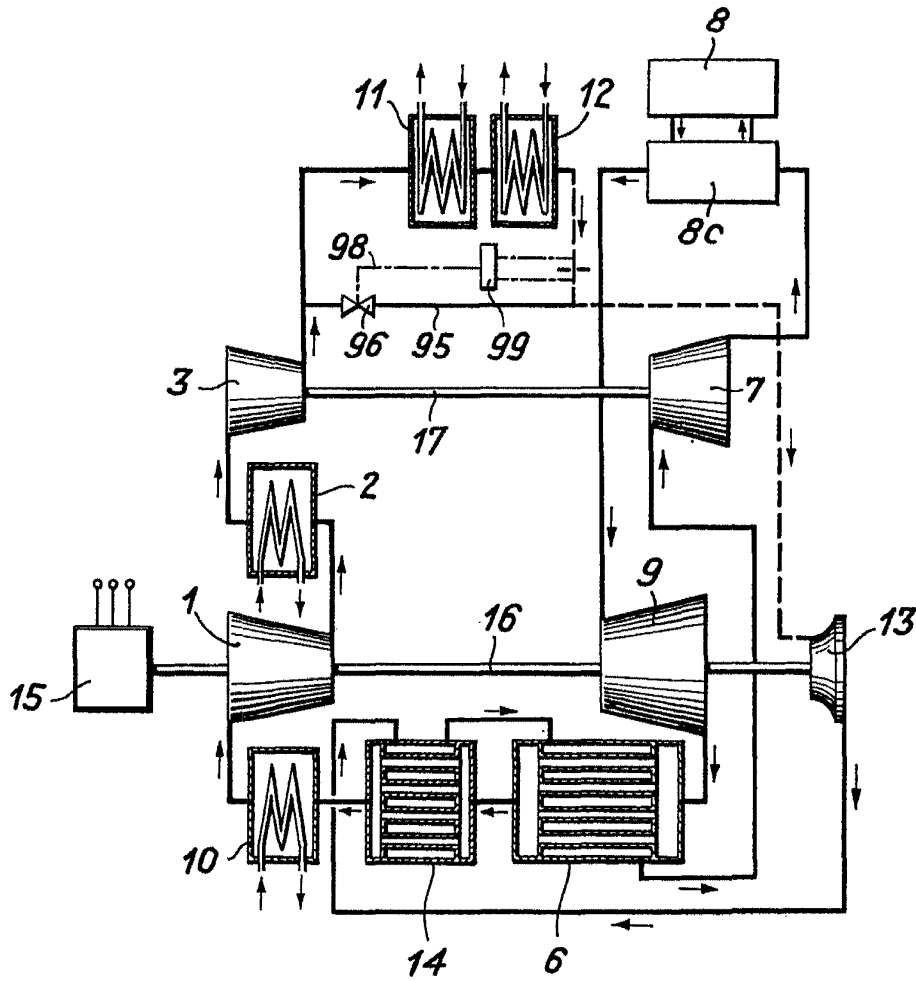
ROBERTO DE LOS RIOS ROSALLO
F. P.

Roberto García Arceaga



Fig. 3



ESCALA VARIABLE

[Handwritten signature and illegible text]