

1 1 0

1er. CERTIFICADO DE ADICION A LA

PATENTE ESPAÑOLA

Nº 188.098.

MEMORIA

188910



MEMORIA DESCRIPTIVA
sobre:

"Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal
"Nº 188.098 concedida en 6 de mayo de 1949, por: "PROCEDIMIENTO
"PARA EL FUNCIONAMIENTO DE CENTRALES DE GASES CALIENTES".

=====

SOLICITANTES: SULZER FRERES, Société Anonyme,
domiciliados en WINTERTHUR, Suiza.

=====

- En la patente principal n  188.098 concedida con fecha 6 de mayo de 1949, se describe un procedimiento para el funcionamiento de centrales de gases calientes. Las mejoras del presente certificado de adición se refieren
5. igualmente al procedimiento de obtener energía térmica por medio de por lo menos un agente de trabajo que, por lo menos en una corriente, recorre por lo menos un circuito suministrando, con ayuda de medios caloríficos, calor al agente de trabajo en estados comprimidos y extrayendo calor,
 10. en estados expandidos, con ayuda de medios refrigerantes. Consiste en que se emplea un agente de trabajo cuya temperatura crítica es como mínimo de 260  Kelvin y como máximo de 620  Kelvin, y en que este agente de trabajo se elige de tal modo y el procedimiento se sigue de manera tal,
 15. que por lo menos una parte de los periodos - durante los

1889²10



- cuales se extrae al agente de trabajo la cantidad de calor que de su circuito ha de expulsarse definitivamente, se comprime y recibe por lo menos una primera parte de la cantidad de calor que se le ha de suministrar - coincide,
20. por lo menos con energía normal, en una zona de estados que contiene el punto crítico, zona en la cual las temperaturas Kelvin corresponden como mínimo a 0,95 y como máximo a 1,1 de la temperatura crítica y son menores que la temperatura máxima del circuito y en el cual las
25. presiones absolutas equivalen por lo menos a la presión de vaporización correspondiente a 0,95 de la temperatura crítica y, como máximo, a 10 veces la presión crítica.
- Puede ser conveniente proceder de tal modo que
30. el estado del agente de trabajo, mientras se le extrae la cantidad de calor que ha de expulsarse definitivamente de su circuito, entra por lo menos en una zona de estados en la que el agente de trabajo es parcialmente líquido, por lo tanto, su "calor específico con presión constante" infinitamente grande, y que el agente de trabajo, mientras
35. recibe por lo menos una primera parte de la cantidad de calor que se le ha de suministrar, pasa por estados con infinitamente grandes "calores específicos con presión constante", siendo el valor medio de estos calores específicos, calculado sobre la zona de temperatura de esta primera
40. parte, como máximo cuatro veces mayor que el calor medio calculado de igual modo, de los valores $-dQ/dT$ del intercambio de calor no "corregido", donde dQ significa la cantidad de calor que, por unidad de peso del agente de trabajo, recibe éste desde un medio calorífico empleado
45. para esta parte de la aportación de calor, mientras que la temperatura del medio calorífico varía en el valor diferencial $-dT$.

Puede procederse de modo que, como medio calorífico,



1889f0

50. del que a partes del agente de trabajo fluye una primera parte de la cantidad de calor que se le ha de suministrar, se emplean otras partes del mismo agente de trabajo, y por cierto, partes que se encuentran en estados de la extracción de la cantidad de calor que no se ha de expulsar definitivamente, y por lo tanto, las partes primeramente mencionadas del agente de trabajo actúan como medio refrigerante para las partes últimamente mencionadas.

55. A base de diagramas T/S (entropía de temperatura), fig. 1-9 se pretende explicar a continuación la esencia del invento y, a base de ejemplos, el procedimiento según el invento.

Las figuras 1 - 4, se refieren a procedimientos conocidos y las figuras 5 - 9 a procedimientos según el invento.

65. El calor se ofrece en su fuente (por ejemplo, combustión) generalmente a temperaturas que serían inadmisiblemente altas para las materias apropiadas para la obtención de energía. Para tal obtención, una parte superior de la caída de temperatura que se ofrece hasta bajar a la temperatura del medio ambiente, ha de quedar, por lo tanto, sin aprovechar. Y esto especialmente cuando la energía no se obtiene por medio de un proceso intermitente (por ejemplo, motor de émbolo), sino cuando el proceso transcurre estacionario (por ejemplo, turbina de vapor y de gas).

70. De esta manera la temperatura superior está limitada, por ejemplo, a unos 900° Kelvin, mientras que la temperatura inferior está determinada por la temperatura del medio ambiente y es, por ejemplo, de 290° Kelvin.

75. Entre tales dos límites de temperatura, el circuito Carnot

1889410



- de un agente de trabajo suministra, ² abido, el mayor rendimiento posible en energía, o sea, el óptimo del rendimiento, véase fig. 1. En una línea isotérmica superior 1-2, al agente de trabajo se le suministra calor, como indican las flechas, procedente de un medio calorífico, y, tras expansión adiabática 2-3, se le extrae, antes de la compresión adiabática 4-1 en una línea isotérmica inferior 3-4, el resto del calor, como indican las flechas, por medio de un refrigerante.
- 85.
90. Si como medio calorífico sirve la propia fuente de calor y, como refrigerante, una materia del medio ambiente, por parte del medio calorífico y del refrigerante no existen dificultades fundamentales para realizar líneas isotérmicas 1-2 y 3-4 suficientemente exactas, pues para la línea isotérmica superior 1-2 se dispone como reserva de temperatura, de la anteriormente mencionada y de todos modos desaprovechada parte superior de la caída de temperatura, y para la línea isotérmica inferior 3-4 se utiliza un refrigerante, tomado del medio ambiente, que suele poseer una suficiente reserva de cantidades, de modo que, empleando estas reservas puede evitarse con bastante amplitud que durante el proceso de intercambio de calor varíen las temperaturas en el lado de calefacción y refrigeración respectivamente.
- 95.
- 100.
105. En cambio, por parte del agente de trabajo surgen dificultades. Ciertamente que en la zona de estados parcialmente líquida de una materia que actúa como agente de trabajo, pueden obtenerse líneas isotérmicas exactas. En esta zona que, en el diagrama de temperaturas, se encuentra por debajo del punto crítico y entre una curva-límite a la derecha y otra a la izquierda, la materia es parcialmente líquida y parcialmente gaseosa. Aquí
- 110.

18891-0



coinciden las líneas isotérmicas e isopérmicas, y por lo tanto el calor específico con presión constante es infinitamente grande. Mientras la presión permanezca constante, el estado de la materia en la línea isotérmica es por lo tanto inalterable.

115. Sin embargo, no se conoce materia alguna, cuya zona parcialmente líquida permita, en una forma adecuada para la práctica, la realización de un circuito Carnot que trabaja entre los límites de temperatura de 900 y 290° Kelvin. Las materias, cuya temperatura crítica es elevada, especialmente superior a 900° Kelvin, suelen tener un punto de ebullición demasiado alto, y su condensación a 290° Kelvin exigiría entonces un vacío demasiado cerca del absoluto, de modo que el condensador y sus accesorios tendrían que obtener dimensiones inadmisiblemente grandes. En cambio, las materias que a 290° Kelvin se condensan bien, como por ejemplo el agua, suelen poseer una temperatura crítica demasiado baja, de modo que, por ejemplo, tratándose del agua (temperatura crítica unos 647° Kelvin) tendría que quedar sin aprovechar aproximadamente la mitad de la caída de temperatura de que se dispone entre 900 y 290° Kelvin. Otros inconvenientes de tal circuito Carnot que trabaja en la zona parcialmente líquida consistirán en que las curvas de expansión 2-3 y las curvas de compresión 4-1, especialmente estas últimas, pasan por zonas en las que la parte correspondiente a los componentes líquidos de la materia es considerable y, además, su peso específico considerablemente mayor que el de la componente gaseosa, lo que conduce a intolerancias en la turbina y en el compresor, además que la energía se obtiene como un sobrante de la potencia de la turbina sobre un rendimiento de compresión
- 120.
- 125.
- 130.
- 135.
- 140.

188910



145. ya relativamente elevado y que, por lo tanto, las pérdidas que se producen en las dos máquinas, en la turbina y en el compresor, influyen en medida muy acentuada sobre la energía obtenida.

150. Por lo tanto, ha habido que desviarse del circuito Carnot. Así, las primeras máquinas de vapor ya presentan bombas de alimentación, y por lo tanto, no comprimen

en la zona parcialmente líquida, sino en la líquida, lo que reduce la capacidad del compresor a un valor casi nulo, pero en cambio provoca pérdidas adicionales en la

155. caída de la temperatura. Para disminuir éstas, a uno de los cambiadores de calor (caldera de vapor) se le agregaron otros compensadores de calor (precalentadores de agua de alimentación de gas de humo y de vapor intermedio) para aprovechar, por recalentamiento del vapor, aunque

160. solo sea parcialmente y solo para una parte de la cantidad de calor suministrada, la parte de la caída de tensión, hasta ahora no aprovechada, disponible hasta unos 900° Kelvin y situada por encima de la temperatura de vaporización. Las propuestas máquinas de vapor de varias
165. materias, por ejemplo vapor de mercurio / vapor de agua, permitirían en sí aprovechar toda la caída de temperatura disponible de unos 900° Kelvin hacia abajo, pero hasta ahora no han podido imponerse en la práctica.

La modificación lograda del circuito Carnot ha
170. traído, por lo tanto, en la máquina de vapor, una disminución de la capacidad de compresión a un valor muy pequeño, pero significa desde el principio una renuncia a la más favorable realización termodinámica del proceso. También en la turbina de gas fué necesario separarse del circuito
175. Carnot. Contrariamente a la zona de estados semilíquida, para la zona gaseosa se conocen numerosas materias que,

- 188910



- como agente de trabajo, son capaces de pasar a través de un circuito Carnot que se encuentra entre 900 y 2902 Kelvin. Sin embargo, fué necesaria una primera desviación porque con el gas no es realizable una línea isotérmica, toda vez que aquí exigiría un suministro de calor con simultanea expansión o una expulsión de calor con simultanea compresión respectivamente. Desde el punto de vista práctico, esto conduce a que ya no sea posible solo como aproximación a la línea isotérmica, para lo cual, como indica la fig. 2, en la línea isotérmica superior habría que prever una turbina con la mayor cantidad posible de recalentamientos intermedios (trayectoria 5-6) y en la línea isotérmica inferior un compresor con la mayor cantidad posible de fases intermedias de refrigeración (trayectoria 7-8). Las máquinas multiples de este tipo son costosas y voluminosas, pero ante todo complicadas y, a su vez, vuelven a producir pérdidas adicionales. A partir de un determinado número de fases adquieren tal tamaño, que vuelven a anular las mejoras teóricamente esperadas o hasta las empeoran. Esto limita el número admisible de fases y aumenta la variación de la línea isotérmica exigida por el circuito Carnot. Añadase a ello que, contrariamente a la zona parcialmente líquida, para una realización de la línea isotérmica, aunque solo sea aproximadamente, en la zona gaseosa es necesaria una potencia de máquinas y por cierto una potencia de máquinas adicional a la ya requerida para la realización de la curva adiabática. Mucho más que en la zona parcialmente líquida hay que tratar por lo tanto, aquí, por las razones ya expuestas, de economizar capacidad de compresor. Por lo tanto tambien en este caso se acostumbra a desviarse de la línea adiabática del circuito Carnot y a sustituir las máquinas adiabáticas por un intercambio
- 180.
- 185.
- 190.
- 195.
- 200.
- 205.

188910



2 JUL

210. de calor en el interior del circuito. Las curvas adiabáticas 6-7 y 8-5 de la fig. 2 serían sustituidas entonces, como indica la fig. 3, por las líneas isobáricas 10-11 y 12-9 y, como señalan las flechas, el calor resultante en la línea isobárica 10-11 se transmite, por intercambio a la línea isobárica 12-9. Partiendo del supuesto de que este intercambio de calor se efectúa sin pérdida, el circuito según fig. 3 presenta el mismo rendimiento que el de la fig. 2. Pero esta hipótesis solo puede convertirse en realidad si el "calor específico con presión constante" (denominado a continuación sucintamente "calor específico") del agente de trabajo posee, con iguales temperaturas, el mismo valor en ambas líneas isobáricas, por lo tanto si las líneas isobáricas son congruentes, lo que de ninguna manera sucede en toda la zona gaseosa. Por lo tanto, no solamente en las trayectorias 9-10 y 11-12 sino también en las trayectorias 10-11 y 12-9 hay que conformarse con pérdidas en el intercambio de calor o buscar medios especiales para combatirlas.

220. Como muestra finalmente la fig. 4, frecuentemente, para simplificar, se suele dar un paso más en la desviación del circuito Carnot, renunciando por completo a una aproximación a la línea isotérmica y realizando después un circuito que solo consta de dos líneas isobáricas y dos curvas adiabáticas. El calor procedente de la fuente se suministra aquí al agente de trabajo sobre el trozo isobárico 13-14, y el calor restante se cede al refrigerante en el trozo isobárico 16-17. Entre los trozos isobáricos 15-16 y 18-13 se produce intercambio de calor en el interior del circuito. Se expande en la curva adiabática 14-15 y se comprime en la curva adiabática 17-18. El trazo de trayectorias 13-14-15 resulta entonces semejante como en el servicio de recalentamiento de una
- 230.
- 235.
- 240.



285. zona de estados líquida, con lo que la potencia del compresor ha sido disminuida a un valor sumamente insignificante,

290. Con la finalidad de eliminar o disminuir las pérdidas que, por lo tanto, lleva implícitas, de una parte, el proceso de la máquina de vapor, y de otra, el proceso de la turbina de gas, se propone según el invento, que se emplee un agente de trabajo, cuya temperatura crítica sea por lo menos de 260° Kelvin y como máximo 620° Kelvin y que este agente de trabajo se elija de tal manera y el procedimiento se siga de tal modo

295. que por lo menos una parte de los periodos - durante los cuales se extrae al agente de trabajo la cantidad de calor que de su circuito ha de expulsarse definitivamente, se comprime y recibe por lo menos una primera parte de la cantidad de calor - coincide por lo menos con energía normal, en una zona de estados que contiene al punto crítico, zona en la cual las temperaturas Kelvin corresponden como mínimo a 0,95 y como máximo a 1,1 de la temperatura crítica y son menores que la temperatura máxima del circuito y en el cual las presiones absolutas equivalen por lo menos a la presión de vaporización correspondiente a 0,95 de la temperatura crítica y, como máximo, al décuplo de la presión crítica.

300. En las figuras 5 - 7, la mencionada zona de estados que contiene al punto crítico está dibujada rayada, y por cierto aproximadamente ajustado al ejemplo de emplear dióxido de carbono como agente de trabajo. El punto crítico del dióxido de carbono está designado con K y, a derecha e izquierda del mismo, se extienden las curvas límite 19 y 20 del dióxido de carbono. En la fig. 5 está además dibujado como ejemplo un circuito, elevado hasta 900° Kelvin, del agente de trabajo dióxido de carbono.

310.

315.



320. Todo el calor procedente de la fuente se suministra aquí en la trayectoria 21-22 y tras expansión 22-23 se extrae calor al dióxido de carbono en la línea isobárica 23-24, transmitiendo este calor, en el intercambio de calor en el interior del circuito, a la línea isobárica 27 - 21. Toda la cesión de calor a un refrigerante tiene lugar en la trayectoria 24-26, o sea, en parte, en la línea isotérmica de condensación 25-26 que es particularmente favorable para este intercambio de calor. Se comprime en la trayectoria 26-27. La energía se obtiene como diferencia entre la capacidad de expansión (en la trayectoria 22-23) y la capacidad de compresión que ya es relativamente muy pequeña (en la trayectoria 26-27).
325. Adicionalmente al rendimiento de energía puede obtenerse también rendimiento térmico, por ejemplo, en el caso de la fig. 5, preferentemente en la parte inferior de la línea isobárica 23-25, especialmente en su trayectoria 24-25.
330. La fig. 5 está dibujada bajo la hipótesis de que, como refrigerante para la absorción de por lo menos una parte de la cantidad de calor que en la trayectoria 24-26 ha de expulsarse definitivamente del circuito, se utilice una materia de aproximadamente una temperatura media del ambiente. En las figuras 6 y 7 está dibujada solamente la parte inferior de un circuito de dióxido de carbono y por cierto, en la fig. 6 bajo el supuesto de una temperatura del refrigerante que es superior y en la fig. 7 inferior a la elegida para la fig. 5.
335. Por lo tanto, en el caso de la fig. 6 también puede obtenerse rendimiento de calor en la parte inferior de la trayectoria 24-26, empleando, por ejemplo, como refrigerante un portador de calor que sirve para la calefacción local. En consecuencia, las figuras 5-7

188910



350. representan ejemplos del modo en que el transcurso de la parte inferior del circuito puede ajustarse a la temperatura del refrigerante. Sin embargo, las figuras 5-7 tambien pueden servir como ejemplos del modo aproximado en que, por lo menos una parte de los mencionados periodos del circuito, puede coincidir en la mencionada zona de estados de una materia que sirve de agente de trabajo, zona que contiene al punto crítico (dibujada rayada) pudiendo elegirse esta materia de modo diverso segun la temperatura a la que se extrae el agente de trabajo
355. la cantidad de calor que ha de expulsarse definitivamente de su circuito. La relación siguiente, en la que se indica, como ejemplos, una cantidad de materias demuestra que ya éstas son capaces de cubrir suficientemente la zona de temperaturas críticas que ha de tenerse en cuenta para el procedimiento segun el invento y
360. permiten considerar tambien en la elección otros puntos de vista, por ejemplo los que se refieren a los riesgos de descomposición, explosión, corrosión, así como de orden fisiológico. Especialmente considerando estos riesgos pueden merecer atención especial los derivados fluóricos clóricos del metano, conocidos en el comercio como "Freones" (Véase "Las propiedades térmicas de todos los derivados fluóricos clóricos del metano", de G. Seger, publicado en "Anexo nº 43, 1942 de la revista de la Asociación de Químicos Alemanes", así como "Los "Derivados fluóricos clóricos de hidrocarburos saturados y su aplicación técnica" del prof. Dr. R. Plank en "Anexo nº 44, 1942 de la revista de la Asociación de Químicos Alemanes"), de los cuales en la relación
370. solo se mencionan dos ejemplos.
- 375.
- 380.

A continuación y por orden de temperaturas críticas se indican en cada caso primeramente la materia y even-

188910



- tualmente a continuación entre paréntesis su fórmula química y luego su aproximada temperatura crítica en ° Kelvin:
385. oson 268, etileno 282, xenon 289, dióxido de carbono 304, etano 308, acetileno 308, óxido nitroso (N_2O) 309, fluoruro de metilo (CH_3F) 318, ácido clorhídrico (HCl) 324, hidrógeno fosforado (PH_3) 325, hexafluoruro de azufre (SF_6) 333, ácido bromhídrico (HBr) 365, propileno 365, propano 370,
390. ácido sulfhídrico 373, oxisulfuro de carbono (COS) 378, "Freon 12" (CCl_2F_2) 384, "Freon C.318" 388, éter (di-) metílico (C_2H_6O) 400, ciano 401, amoniaco 405, isobutano (C_4H_{10}) 406, cloruro de metilo (CH_3Cl) 416, cloro 417, metilamina (CH_5N) 430, ácido sulfuroso 430,
395. dimetilamina (C_2H_6N) 437, cloruro nitrosílico ($NOCl$) 438, etilamina 456, n-pentano 470, dietilamina 500, alcohol etílico (C_2H_6O)⁵¹⁶/n-heptano 540, benzol (C_6H_6) 561, bromo 583, toluol (C_7H_8) 593, ácido acético 594.

Para comparación: agua 647° Kelvin con una presión crítica de 225 kg/cm².

- Los datos del agua indicados al final de la relación solo a título comparativo, demuestran el hecho y la razón de por que el agua no puede utilizarse como agente de trabajo para el procedimiento según el invento. Y es que en el agua
405. la presión crítica se encuentra tan alta, que el rebasar la temperatura crítica en la entropía del punto crítico, como no solamente puede presentarse en el procedimiento según el invento, sino que en modo preferente de este procedimiento hasta se trata de conseguir, tendría que conducir en el agua
410. a presiones tan elevadas, que de aquí resultarían dificultades prácticas probablemente invencibles.

A base de las figuras 5 - 7, o sea en el ejemplo del dióxido de carbono se explicará primeramente de manera más detenida el procedimiento según el invento.

415. Como se vé en la fig. 5, la parte superior del



- circuito no se diferencia esencialmente de la parte superior de un circuito gaseoso como se acostumbra a utilizar en una tubería de gas. Correspondientemente, en esta parte superior pueden emplearse medios similares a los allí
420. conocidos para disminuir todavía las pérdidas en caída de temperatura, las cuales se producen en el suministro de calor en la trayectoria 21-22. Así, por ejemplo, en la expansión 22-23 puede intercalarse por lo menos un recalentamiento intermedio, para de este modo aproximar más el
425. suministro de calor a la línea isotermica. Esta parte superior del circuito presenta en consecuencia todas las ventajas de la parte superior de un circuito de turbina de gas sin poseer los inconvenientes de la parte superior de un circuito de máquina de vapor.
430. En cambio, la parte inferior del circuito está exenta de la deficiencia de la turbina de gas de necesitar una excesiva capacidad de compresión, es más, como demuestran las figuras 5-7 (comparese el tamaño y la posición de la trayectoria 26-27), se aproximan a este respecto a
435. la máquina de vapor, resultando la capacidad de compresión de todos modos tan pequeña, que las pérdidas que se producen en el compresor ya no son capaces, como sucede en la turbina de gas, de afectar esencialmente al rendimiento con que se obtiene la energía.
440. Además, en la parte superior de las líneas isobáricas 23-24 y 27-21, las condiciones para un intercambio de calor entre estas líneas isobáricas son aproximadamente las mismas que en una turbina de gas, siendo las dos líneas isobáricas en su parte superior aproximadamente
445. congruentes y por lo tanto el calor específico en ambas líneas isobáricas es, con igual temperatura, aproximadamente el mismo. En cambio, en la parte inferior de la línea isobárica 27-21, como demuestra su pequeña inclina-

15
188910 2



- ción, el calor específico es mayor que en la parte inferior
450. de la línea isobárica 23-24. Sin embargo, la magnitud de esta inclinación permanece potestativa, puesto que dentro de la zona de estados parcialmente líquida, rodeada por las curvas límite 19-20, la inclinación de la línea isobárica es igual a cero, el calor específico por lo tanto infinita-
455. mente grande; hasta por encima del punto crítico K no se produce un calor específico finito, y finalmente este vá disminuyendo cuanto más alto se encuentra, por encima del punto crítico, el cruce de la línea isobárica con la isentrópica del punto crítico. Por lo tanto, a esta parte
460. inferior de la línea isobárica 27-21 se le puede dar potestativamente una forma que se ajusta ámpliamente a las características de un intercambio de calor.
- Si se quiere realizar un intercambio de calor entre dos componentes en contracorriente y con las pérdidas
465. menores posibles en la caída de temperatura, hay que poner atención en que, mientras a una diferencial del recorrido de la corriente pasa una diferencial de la cantidad de calor de la componente que emite calor a la absorbente, la temperatura de la primera disminuye si es posible en la
470. misma cuantía que aumenta la temperatura de la última. Un intercambio de calor, pobre en pérdidas, entre una componente con calor específico finitamente grande y otra con calor específico infinitamente grande, o sea una componente que se encuentra isobáricamente en estado parcialmente líquido, es por lo tanto irrealizable. Un intercambio
475. de calor pobre en pérdidas solo puede realizarse si ambas componentes poseen un calor específico infinitamente grande (y para ello no mayor diferencia de temperatura de la insignificante necesaria para el **paso** del calor), o si ambas componentes presentan un calor específico
480. finitamente grande.

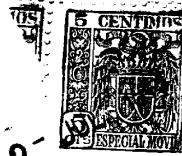


- Constituye otra ventaja del procedimiento según el invento el hecho de que el agente de trabajo, según la clase del intercambio de calor (al que debe de estar sometido durante aquellos periodos en los que se le extrae el calor que definitivamente ha de expulsarse, se comprime y recibe por lo menos una primera parte del calor que se la ha de suministrar) y según la elección del camino por el que su estado recorre la mencionada zona rayada en el dibujo, se le puede dar un calor específico suficientemente ajustado a la clase del intercambio de calor. Si el agente de trabajo, por ejemplo, mientras se le extrae el calor que definitivamente ha de expulsarse de su circuito, ha de someterse a un intercambio de calor posiblemente isotérmico, el agente de trabajo puede elegirse de tal modo y el procedimiento seguirse de tal manera, que el estado del agente de trabajo entre por lo menos en una zona de estados, en la que el agente de trabajo es parcialmente líquido. Las figuras 5 y 7 representan ejemplos de esto.
485. En la fig. 5, el estado del agente de trabajo atraviesa la zona parcialmente líquida en la línea isotérmica 25-26 dentro de la zona rayada.
490. En la fig. 7, el estado entra por el punto 25 en la zona parcialmente líquida, atraviesa sin embargo la línea isotérmica solamente hasta el punto 26 y llega después, durante la compresión, en la trayectoria 26-27, primeramente a la zona rayada, abandonando después la zona parcialmente líquida. O también, como se indica por las líneas punteadas: El estado atraviesa la zona parcialmente líquida hasta el punto 26' y la abandona antes o durante la compresión según 26' - 27' para pasar después a la zona rayada. Esta alternativa últimamente mencionada posee la ventaja de que el trabajo de una compresión según 26' - 27' resulta todavía menor que según 26-27. Además, el punto
- 495.
- 500.
- 505.
- 510.



515. 24, que se halla algo más alto que el punto 27 y designa el límite a partir del cual puede comenzar convenientemente la extracción de la cantidad de calor que ha de expulsarse definitivamente del circuito, se desplaza ahora descendiendo a 24' (punto el cual se encuentra a su vez algo más alto que
520. el punto 27'). Por lo tanto, en la línea isotérmica 25-26' se extrae pues casi toda la cantidad de calor que ha de expulsarse definitivamente. Esta alternativa es por consiguiente especialmente apropiada para el caso en el que la otra componente del intercambio de calor posee un calor específico infinitamente grande, como por ejemplo sucede cuando la otra componente es un agente de trabajo de otro circuito, el cual se encuentra en estado parcialmente líquido, o si la otra componente es un refrigerante de que se dispone en cantidades suficientemente grandes, por
525. ejemplo, un refrigerante tomado del medio ambiente. También un transcurso según 24-25-26 de la fig. 5 es todavía adecuado para la finalidad últimamente mencionada, aunque menos bueno, porque en la trayectoria 24-25 ya se presentan mayores pérdidas en la caída de la temperatura; sin embargo,
530. es muy apropiado para un caso en el que la otra componente del intercambio de calor es otro agente de trabajo de otro circuito, el cual pasa por estados con calores específicos finitos. Para el último caso vuelve a ser más apropiado el transcurso según 24-26 de la fig. 6. Aquí el estado del
535. agente de trabajo, entrando poco después del punto 24 en la zona rayada, permanece completamente por encima de la zona parcialmente líquida rodeada por las curvas-límite 19 y 20 y atraviesa por lo tanto constantemente estados con calores específicos finitos.
540. También por encima de la zona parcialmente líquida transcurren en las figuras 5 - 7 las líneas isobáricas
- 545.

18-8910



- que, desde el punto 27 ascienden hasta el punto 21 dibujado en la fig. 5 pero no en las figuras 6 y 7. En la parte inferior de estas líneas isobáricas, el agente de trabajo pasa, mientras se le suministra por lo menos una primera parte de la cantidad de calor que se le ha de suministrar, por estados con calores específicos finitamente grandes, y para la realización de un intercambio de calor, pobre en pérdidas, en esta trayectoria (por ejemplo un intercambio de calor con otras partes del mismo agente de trabajo, las cuales se encuentran en la parte inferior de las líneas isobáricas 23-24 en estados de la extracción de la cantidad de calor que no ha de expulsarse definitivamente) es conveniente provocar que el valor medio de estos calores específicos, calculado sobre el campo de temperatura de esta primera parte, sea como máximo el cuádruplo del valor medio, del mismo modo calculado, de los valores $-dq/dT$ del intercambio de calor "no corregido", donde dQ significa la cantidad de calor que, por unidad de peso del agente de trabajo, fluye hacia éste procedente de un medio calorífico empleado para esta parte del suministro de calor, mientras que la temperatura del medio calorífico varía en el valor diferencial $-dT$.

- Rigurosamente formulado, esta condición tendría que decir que no el valor medio, sino cada valor individual del calor específico tendría que ser igual que el correspondiente valor individual $-dq/dT$ del intercambio de calor "no corregido", pues solo entonces la temperatura de la componente emisora de calor es capaz, en el intercambio de calor, como ya se ha descrito antes, de descender en el mismo valor en que asciende simultáneamente la temperatura de la componente absorbente del intercambio de calor.

Con ayuda de medios especiales, se logra, sin



- embargo, con la desviación arriba indicada, hasta el cuádruplo y conformándose con el valor medio en lugar del valor individual, producir todavía un intercambio de calor bastante pobre en pérdidas. Estos medios especiales consisten en que el intercambio de calor se "corrige". Si acaso el calor específico de la componente emisora resulta demasiado bajo,
580. la falta por ello producida se sustituye, por ejemplo, aumentando la cantidad de calor de esta componente, que fluye a lo largo de las superficies del intercambio de calor. Si, adicionalmente, la cantidad circulante de esta componente está limitada, si, por lo tanto, la componente emisora
585. y la componente absorbente constan acaso de parte de la misma corriente de agente de trabajo, entonces, por ejemplo, la componente emisora se somete a una compresión intermedia, se aumenta de este modo su temperatura y se deja que la componente vuelva a circular a lo largo de las superficies
590. del intercambio de calor. O también: después de la terminación de una primera parte del intercambio de calor, se deriva una parte de la componente emisora, se la comprime separadamente y se la deja circular después conjuntamente por la parte superior del circuito. El resultado de
595. esta medida es entonces que, en comparación la otra parte, en la primera parte del intercambio de calor, la cantidad de la componente emisora que fluye a lo largo de las superficies del intercambio de calor, se aumenta en la cantidad derivada antes mencionada. En caso necesario, ambos medios
600. pueden aplicarse reiteradamente y también pueden ser combinados entre sí. Además, el intercambio de calor también puede corregirse por parte de la componente absorbente de calor. Si allí el calor específico demuestra acaso ser
605. excesivo, se dispone, por ejemplo, por lo menos una compresión intermedia y así, la temperatura de la componente
- 610.

- 18 891 0



- absorbente vuelve a llevarse a la temperatura de la componente emisora. El intercambio de calor también puede corregirse por el hecho de que una falta de calor se sustituye por calor extraño y para esto se emplea, por ejemplo, calor de escape del medio calorífico, o por ejemplo, llevando, por compresión en un circuito auxiliar especial, un agente de trabajo, eventualmente diferente, a una temperatura apropiada al intercambio de calor, se utiliza como componente emisora adicional para el intercambio de calor, se le deja entrar, aquí o durante o tras una excesiva expansión, en su zona parcialmente líquida, y después, antes de la nueva compresión por medio de calor ambiente o de calor restante del circuito principal, vuelve a vaporizarse y eventualmente recalentarse. Para el circuito auxiliar puede utilizarse también un agente de trabajo que permanece en estado gaseoso, sustituyéndose entonces la vaporización por expansiones y recalentamientos intermedios. De igual modo, por ejemplo, un sobrante de calor, puede ser absorbido por una reacción de calor y una falta de calor puede ser sustituida por una reacción de calor.
- 615.
- 620.
- 625.
- 630.

El ejemplo según la fig. 8 muestra un circuito inferior, según el invento, para el que, como medio calorífico, se utiliza un agente de trabajo de un circuito superior, y por cierto, de un circuito de turbina de gas de la clase que se describió en la fig. 4. La cantidad de calor que procede de la fuente de calor fluye hacia el circuito de turbina de gas en la línea isobárica 28-29. En 29-30 se expande y después, en el trozo 30-31 de la línea isobárica inferior de este circuito, se transmite calor, en intercambio, al trozo 34-28 de la línea isobárica superior. En lugar de dejar ahora que la cantidad de calor que ha de expulsarse definitivamente del circuito de la

635.

640.



645. turbina de gas en la trayectoria 31-33 de la línea isobárica inferior, fluya, bajo grandes pérdidas en la caída de temperatura, hacia un refrigerante del medio ambiente, la que se obtiene en la trayectoria 31-32 se transmite en intercambio de calor a la línea isobárica superior 35-36 de un circuito inferior. Como tal sirve un circuito según el invento y por cierto en la fig. 8 está dibujado como norma un circuito

650. en el que se utiliza la materia "Freon 12" (véase relación) como agente de trabajo. Por adecuada elección de las cantidades del agente de trabajo, que circula en el otro circuito, y también por dirección adecuada del procedimiento según el invento, el transcurso de estados 35-36 y el 31-32 pueden

655. ajustarse recíprocamente de tal modo, que entre ambos resulte un intercambio de calor bastante pobre en pérdidas. Por otra parte, como antes de ha descrito minuciosamente, se emplearán, en caso necesario, medidas especiales para

660. corregir todavía más este intercambio de calor.

Del circuito de turbina de gas ya solo queda por expulsar definitivamente la cantidad de calor que se produce en la trayectoria isobárica 32-33, la cual cantidad sin notables pérdidas en la caída de temperatura, se

665. conduce directamente al refrigerante antes de que, en la trayectoria 33-34 el agente de trabajo del circuito de turbina de gas vuelva a comprimirse a la línea isobárica superior. En sí, la turbina de gas también puede funcionar con arreglo al llamado procedimiento abierto, es decir,

670. absorbe aire del ambiente (punto de estados 33). El suministro de calor que se produce de 28-29, tiene entonces lugar por combustión interna. En el estado dado por el punto 32 salen entonces las gases de escape al exterior. Además, como circuito superior puede utilizarse también un circuito

675. de funcionamiento intermitente, por ejemplo, un circuito de un motor de combustión de émbolo, caso en el cual, el



circuito superior pudiera llevarse a ²⁻³⁰ altas temperaturas que son esencialmente mayores que los 900° Kelvin elegidos en la fig. 8.

680. En el circuito inferior que trabaja con Freon se expande en la trayectoria 36-37 y el estado del agente de trabajo atraviesa entonces, a partir del punto 38, la zona parcialmente líquida del Freon hasta el punto 39, después de lo cual tiene lugar la compresión en la zona líquida, o sea, con muy pequeño trabajo. A semejanza de las figuras 5 - 7, también en la fig. 8 está dibujada la zona rayada que contiene al punto crítico del Freon, y por cierto aquí aproximadamente ajustada para Freon 12.

690. En la fig. 9 están dibujados esquemáticamente tres diferentes circuitos que, eventualmente, pueden ser recorridos por tres diferentes agentes de trabajo. El circuito superior que tiene la máxima temperatura es un circuito de turbina de gas. El calor restante del mismo se conduce a un circuito medio que ha sido elegido según el invento, el calor restante de este circuito se conduce a su vez a un circuito inferior que también ha sido elegido según el invento. De este ejemplo puede verse especialmente de que manera la línea isobárica superior del circuito medio puede ajustarse, en atención al intercambio de calor, suficientemente a la línea isobárica inferior del circuito superior, y de que manera la línea isobárica inferior del circuito medio puede ajustarse igualmente, en atención al intercambio de calor a la línea isobárica superior del circuito inferior. Tal procedimiento formado por tres circuitos puede tener importancia especialmente en el caso de que, con el progreso de la técnica, llegue a ser posible admitir para la temperatura superior valores esencialmente más elevados que el valor de 90° Kelvin elegido como ejemplo en las figuras 1-5 y 8.



710.

Para la elección del agente de tr lo pueden darse normas de caracter totalmente general, puesto que esta elección ha de efectuarse teniendo en cuenta muchísimos puntos de vista. Una cantidad de estos puntos de vista ya se ha mencionado en la relación anteriormente enumerada.

715.

Hay que poner atención especialmente en la temperatura del refrigerante que se emplea para la absorción del calor que ha de expulsarse definitivamente del circuito. Estas temperaturas pueden resumirse aproximadamente en los tres grupos siguientes:

720.

En el primer grupo el refrigerante es una materia de temperaturas del ambiente geológico y meteorológico, o sea de unos 220 hasta unos 300° Kelvin, y como agente de trabajo puede emplearse una materia cuya temperatura crítica se encuentre aproximadamente dentro de los límites de 260 y 400° Kelvin.

725.

En el segundo grupo, el refrigerante es un portador de calor con temperaturas como las necesarias para la calefacción local, o sea de unos 300 hasta unos 373° Kelvin o tambien un agente de trabajo de otro circuito, agente que ha de recalentarse a temperaturas de esta magnitud; como agente de trabajo puede emplearse una materia cuya temperatura crítica se encuentre dentro de los límites de 300 y 470° Kelvin.

730.

En el tercer grupo, el refrigerante es otro agente de trabajo de otro circuito o tambien otro portador de calor de temperaturas como las necesarias para la vaporización de agua con presiones absolutas de 1-100 kg/m² ; o sea de aproximadamente 373 hasta, aproximadamente 583° Kelvin, y como agente de trabajo puede emplearse una materia cuya temperatura crítica se encuentre dentro de los límites de 390 y 620° Kelvin.

735.

740.

Entre los agentes de trabajo especificados

2-50
-148 8910



745. como ejemplos en la tabla, puede ser conveniente emplear, según los presentes puntos de vista, en el primer grupo, por ejemplo, xenón, dióxido de carbono, hexafluoruro de azufre, Freon 12, Freon C-318, en el segundo grupo, por ejemplo, dióxido de carbono, hexafluoruro de azufre, freon 12, Freon C-318, ácido sulfuroso, en el tercer grupo, por ejemplo, ácido sulfuroso, alcohol etílico, benzol, toluol.
750. La razón de por qué estos grupos tienen que estar recíprocamente tan ámpliamente superpuestos, se explicará en un ejemplo. Según la fig. 5, el dióxido de carbono mencionado arriba en el primer grupo, puede emplearse ventajosamente en combinación con un refrigerante del primer
755. grupo. Para la misma temperatura del refrigerante puede emplearse sin embargo, también como indica la fig. 8, el Freon 12, aunque éste (véase tabla) posee una temperatura crítica esencialmente mayor que el dióxido de carbono. No obstante, hay que tener en consideración que para Freon
760. 12, contrariamente al dióxido de carbono, existe cierto peligro de descomposición a elevadas temperaturas. Por esta razón en la fig. 8 el circuito de freon no ha sido llevado hasta las temperaturas máximas, sino que le ha sido superpuesto un circuito de turbina de gas, el cual es capaz de
765. trabajar, sin perjuicio alguno, con un agente de trabajo gaseoso, la zona de temperaturas altas. El resultado es entonces un procedimiento combinado de dos circuitos, que trabaja muy favorablemente. Y es que solo el proceso de turbina de gas permite obtener el calor que ha de
770. suministrarse en su parte inferior a la línea isobárica del Freon 35-36 y solo este calor permite también a su vez rebajar con ventaja la temperatura del circuito Freon, a pesar de la temperatura crítica relativamente alta de esta materia, hasta la temperatura de un refrigerante tomado del
775. medio ambiente. De este ejemplo se vé que solo una combina-

128-8910



ción de un gran número de puntos de vista conduce a la elección exacta del agente de trabajo.

N O T A

780. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle, en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente
785. presentada en Suiza con fecha 24 de diciembre de 1948, acogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Primer Certificado de Adición en España:
- 790: "Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal nº 188.098 concedida en 6 de mayo de 1949, por:
PROCEDIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE CENTRALES DE GASES CALIENTES"; caracterizándose dichas mejoras por lo siguiente:
- 12.= Mejoras en el procedimiento para el funcionamiento de centrales de gases calientes, objeto de la
795. patente principal, caracterizadas porque para la obtención de energía térmica se utiliza un agente de trabajo por lo menos, el cual, por lo menos en una corriente, recorre, por lo menos un circuito suministrado, con ayuda de medios caloríficos, calor al agente de trabajo en estados comprimidos y extrayendo calor, en estados expandidos, con ayuda de medios refrigerantes, caracterizándose además porque
800. se emplea un agente de trabajo cuya temperatura crítica es como mínimo de 260° Kelvin y como máximo de 620° Kelvin,
805. y porque este agente de trabajo se elige de tal modo y el procedimiento se sigue de manera tal, que por lo menos una parte de los periodos - durante los cuales se extrae al



- agente de trabajo la cantidad de calor que de su circuito ha de expulsarse definitivamente, se comprime y recibe por
810. lo menos una primera parte de la cantidad de calor que se le ha de suministrar coincide por lo menos con energía normal, en una zona de estados que contiene al punto crítico, zona en la cual las temperaturas Kelvin corresponden como mínimo a 0,95 y como máximo a 1,1 de la temperatura crítica y
815. son menores que la temperatura máxima del circuito y en el cual las presiones absolutas equivalen por lo menos a la presión de vaporización correspondiente a 0,95 de la temperatura crítica y, como máximo a 10 veces la presión crítica.
820. 2ª. = Mejoras según lo especificado en la reivindicación 1ª, caracterizadas porque el estado del agente de trabajo, mientras se le extrae la cantidad de calor que ha de expulsarse definitivamente de su circuito entra por lo menos en una zona de estados en la que el agente
825. de trabajo es parcialmente líquido, por lo tanto, su "calor específico con presión constante" infinitamente grande, y porque el agente de trabajo, mientras recibe por lo menos una primera parte de la cantidad de calor que se le ha de suministrar, pasa por estados con finitamente grandes
830. "calores específicos con presión constante, siendo el valor medio de estos calores específicos, calculado sobre la zona de estas temperaturas de esta primera parte, como máximo cuatro veces mayor que el calor medio, calculado de igual modo, de los valores $-dq/dT$ del intercambio de calor no "corregido", donde
835. dq significa la cantidad de calor que, por unidad de peso del agente de trabajo, recibe éste desde un medio calorífico empleado para esta parte de la aportación de calor, mientras que la temperatura del medio calorífico varía en el valor diferencial $-dT$.
840. 3ª. = Mejoras según lo especificado en la reivindicación



ción 1ª, caracterizadas porque como medio calorífico, del que a partes del agente de trabajo fluye una primera parte de la cantidad de calor que se le ha de suministrar, se emplean otras partes del mismo agente de trabajo, y por cierto, partes que se encuentran en estados de la extracción de la cantidad de calor que no se ha de expulsar definitivamente, y por lo tanto las partes primeramente mencionadas del agente de trabajo actúan como medio refrigerante para las partes últimamente mencionadas.

850. 4ª.= Mejoras según lo especificado en la reivindicación 1ª, caracterizadas porque como medio refrigerante para la absorción de la cantidad de calor que ha de expulsarse definitivamente del circuito, se emplea una materia de temperaturas del ambiente geológico y meteorológico, o

855. sea de unos 220º Kelvin hasta unos 300º Kelvin, y porque como agente de trabajo se emplea una materia, cuya temperatura crítica se encuentra dentro de los límites de 260º Kelvin y 400º Kelvin.

860. 5ª.= Mejoras según lo especificado en la reivindicación 4ª, caracterizadas porque como agente de trabajo se emplea el xenon (X).

6ª.= Mejoras según lo especificado en la reivindicación 4ª, caracterizadas porque como agente de trabajo se emplea dióxido de carbono (CO₂).

865. 7ª.= Mejoras, según lo especificado en la reivindicación 4ª, caracterizadas porque como agente de trabajo se emplea hexafluoruro de azufre (SF₆).

870. 8ª.= Mejoras según lo especificado en la reivindicación 4ª, caracterizadas porque como agente de trabajo se emplea el Freon 12 (C Cl₂ F₂).

9ª.= Mejoras, según lo especificado en la reivindicación 4ª, caracterizadas porque como agente de trabajo se emplea el Freon C-318 (C₄F₈).



875. 10^o. = Mejoras, según lo especificado en la reivindicación 1^a, caracterizadas porque como medio refrigerante para la absorción de la cantidad de calor que se ha de expulsar definitivamente del circuito, se emplea un portador de calor de temperaturas como las necesarias para la calefacción local, o sea de unos 300^o Kelvin hasta unos 373^o Kelvin, u
880. otro agente de trabajo de otro circuito, agente el cual ha de recalentarse a temperaturas de esta magnitud, y porque como agente de trabajo se emplea una materia, cuya temperatura crítica se encuentra dentro de los límites de 300^o Kelvin y 470^o Kelvin.
885. 11^o. = Mejoras, según lo especificado en la reivindicación 10, caracterizadas porque como agente de trabajo se emplea dióxido de carbono (CO₂).
890. 12^o. = Mejoras, según lo especificado en la reivindicación 10^a, caracterizándose porque como agente de trabajo se emplea hexafluoruro de azufre (SF₆).
- 13^o . = Mejoras, según lo especificado en la reivindicación 10^a, caracterizándose porque como agente de trabajo se emplea Freon 12 (C Cl F) .
2 2
895. 14^o. = Mejoras, según lo especificado en la reivindicación 10^a, caracterizadas porque como agente de trabajo se emplea el Freon C-318 (C₄ F₈).
- 15^o. = Mejoras, según lo especificado en la reivindicación 10^a, caracterizadas porque como agente de trabajo se emplea ácido sulfuroso (SO₂).
900. 16^o. = Mejoras según lo especificado en la reivindicación 1^a, caracterizándose porque como refrigerante para la absorción de la cantidad de calor que se ha de expulsar definitivamente del circuito, se emplea otro agente de trabajo de otro circuito u otro portador de
905. calor de temperaturas como las necesarias para la vaporización de agua con presiones absolutas de 1 hasta 100 kg/cm² , o



910. sea de unos 373° Kelvin hasta unos 585° Kelvin, y porque como agente de trabajo se emplea una materia, cuya temperatura crítica se encuentra dentro de los límites de 390° Kelvin y 620° Kelvin.

17°.= Mejoras según lo especificado en la reivindicación 16, caracterizadas porque como agente de trabajo se emplea ácido sulfuroso (SO₂).

915. 18°.= Mejoras según lo especificado en la reivindicación 15^a, caracterizadas porque como agente de trabajo se emplea alcohol etílico (C₂ H₆ O).

19°.= Mejoras según lo especificado en la reivindicación 16^a, caracterizadas porque como agente de trabajo se emplea benzol (C₆ H₆).

920. 20°.= Mejoras según lo especificado en la reivindicación 16^a, caracterizándose dichas mejoras porque como agente de trabajo se emplea toluol (C₇ H₈).

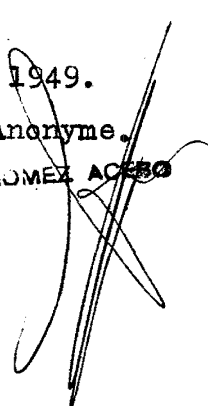
925. 21°.= Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal nº 188.098 concedida en 6 de mayo de 1949, por "PROCEDIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE CENTRALES DE GASES CALIENTES"; tal y como queda substancialmente descrito en la presente memoria, e ilustrado en los dibujos que se acompañan.

930. Esta memoria consta de veintinueve hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 2 de julio de 1949.

SULZER FRÈRES, Société Anonyme.

Per Poder de J. GOMEZ ACIBO



188910

Fig. 1

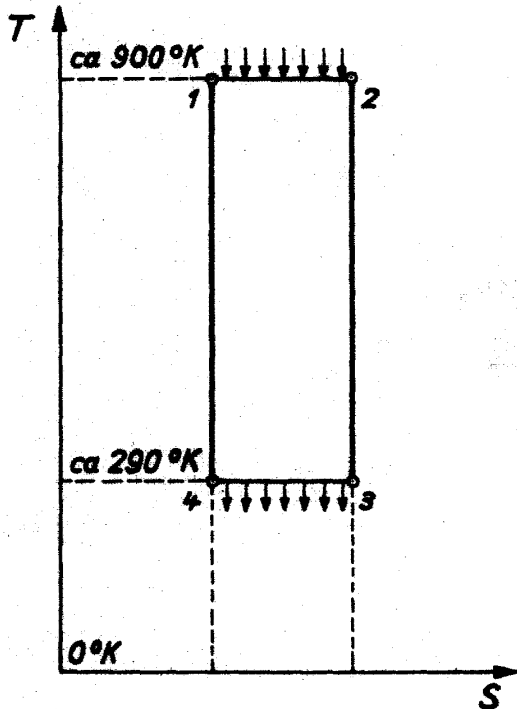


Fig. 2

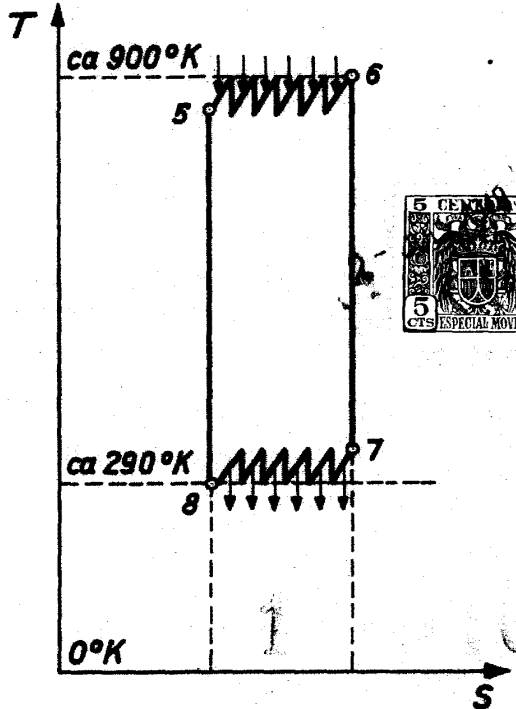


Fig. 3

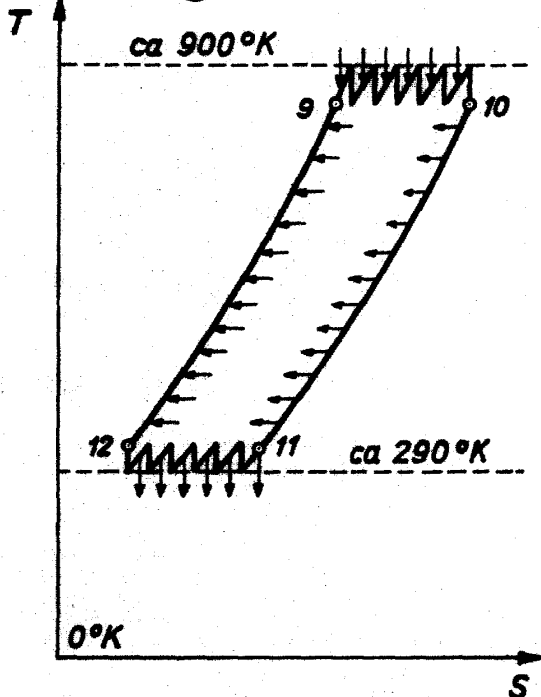
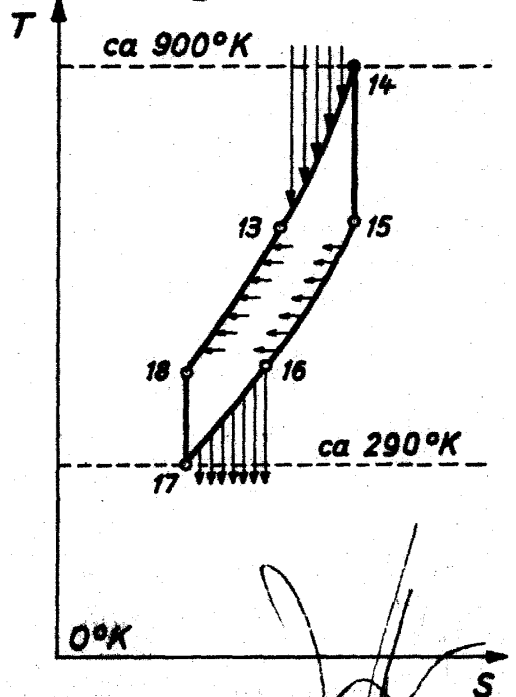


Fig. 4



Madrid, 2 julio 1949. S. GOMEZ ACER

Fig. 5 18 8910

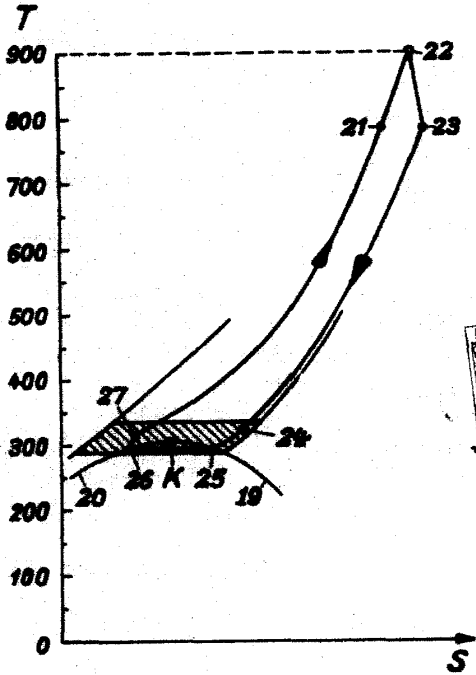


Fig. 6

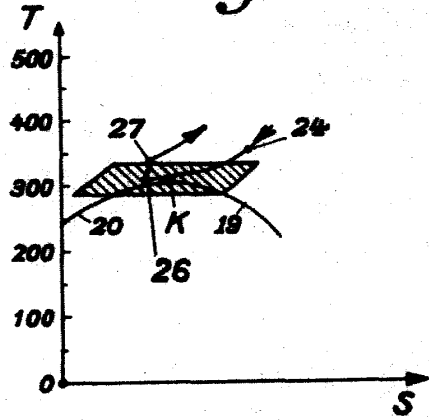


Fig. 7

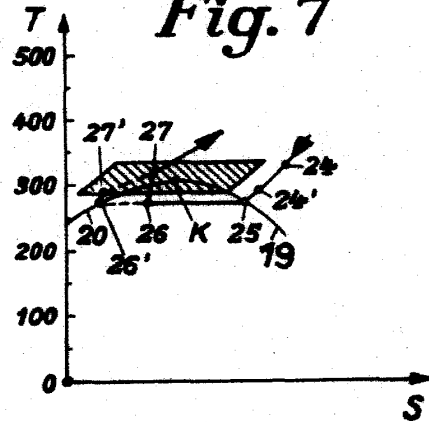


Fig. 8

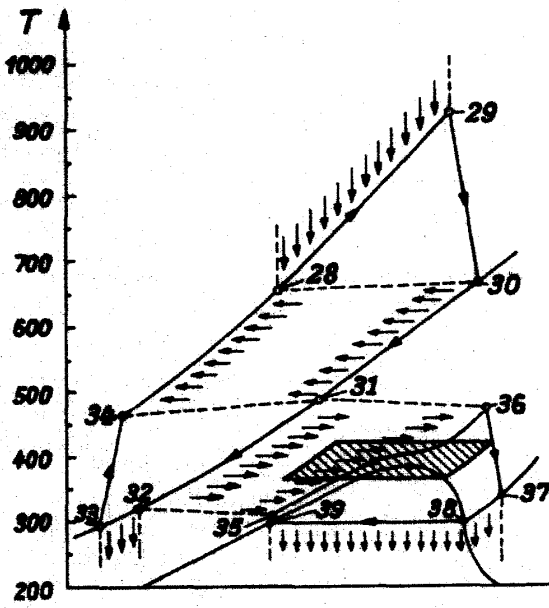
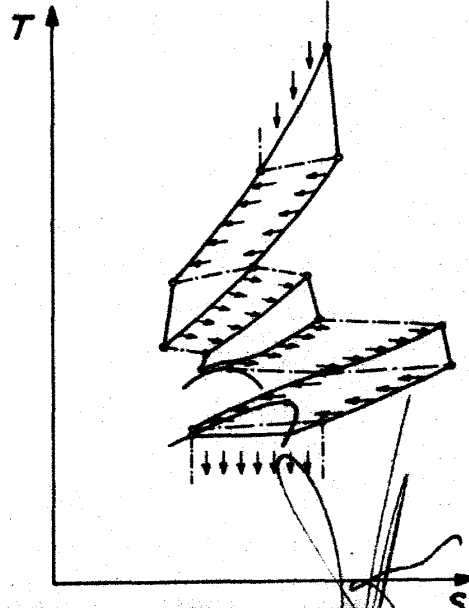


Fig. 9



Madrid, 2 julio 1949

Por Poder de J. GOMEZ ACE