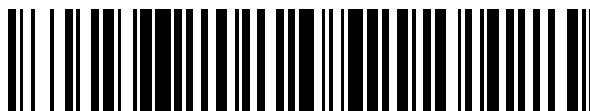


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 876**

51 Int. Cl.:

F04B 35/00 (2006.01)

F25B 9/00 (2006.01)

F25B 9/14 (2006.01)

F04B 9/00 (2006.01)

F04B 9/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2012** **E 12702292 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.01.2015** **EP 2673507**

54 Título: **Dispositivo de compresión de fluído gaseoso**

30 Prioridad:

10.02.2011 FR 1151098

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

01.04.2015

73 Titular/es:

**BOOSTHEAT (100.0%)
14 Boulevard Charles Péguy
30319 Ales , FR**

72 Inventor/es:

JOFFROY, JEAN-MARC

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 532 876 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de compresión de fluido gaseoso

5 **Sector de la técnica**

La invención se refiere a dispositivos para comprimir fluido gaseoso, y en particular se refiere a compresores térmicos regenerativos.

10 **Estado de la técnica**

Hay varias soluciones técnicas ya existentes para comprimir un gas a partir de una fuente de calor.

15 En primer lugar, existen dispositivos que están basados en el acoplamiento de un motor térmico y un compresor convencional. Estas soluciones usan un motor térmico (en general, un motor de combustión interna) para convertir el calor en energía mecánica o eléctrica (por medio de un generador), y a continuación transferir esta energía a un compresor o bien de forma directa a través de un sistema de transmisión mecánica, o bien de forma indirecta a través de un motor. Estas soluciones son complejas y generan contaminación, y requieren un mantenimiento significativo.

20 También existen unas soluciones específicas para determinados fluidos (procesos termoquímicos) que pueden utilizarse solo en unos contextos específicos, tales como los sistemas de compresión de amoníaco que se usan en ciclos de refrigeración (refrigeradores o bombas de calor de absorción). Las desventajas de las bombas de calor de absorción son la eficiencia termodinámica limitada y los problemas de seguridad planteados por un fluido perjudicial e inflamable, lo que vuelve a las mismas de un interés muy limitado para el calentamiento residencial.

25 También hay dispositivos denominados compresores térmicos. Un compresor térmico es un dispositivo que realiza ciclos de admisión, compresión, descarga y expansión de un gas (ciclo convencional de un compresor alternativo mecánico, por ejemplo), no a partir de una fuente mecánica por medio de un acoplamiento a un motor externo sino de forma directa a partir de una fuente de calor que se transmite mediante un intercambiador integrado.

30 En estos compresores térmicos, tal como los que se describen en las patentes de EE. UU. 2.157.229 y 3.413.815, el calor recibido se transmite de forma directa al fluido que va a comprimirse, lo que elimina la necesidad de cualquier elemento mecánico en las etapas de compresión y de descarga.

35 En un compresor térmico, unos medios mecánicos tales como un émbolo móvil dan lugar a que una porción del fluido que va a comprimirse pase, durante diferentes etapas del ciclo, a través de diferentes intercambiadores de calor que delimitan una zona fría y una zona caliente. Las variaciones en la presión están causadas por los intercambios de calor a un volumen esencialmente constante.

40 Estos dispositivos también se caracterizan por la presencia de un intercambiador de calor regenerativo a través del cual fluye una porción del fluido, en un sentido y a continuación en el otro, durante diferentes etapas en el ciclo. Estas tecnologías de intercambiador de calor regenerativo siguen estando poco desarrolladas y siguen siendo costosas, y generan una caída de presión significativa.

45 Estos dispositivos están diseñados como sistemas de única fase, estando limitado el nivel de compresión. Para determinadas aplicaciones de compresión, sería necesario multiplicar el número de compresores de única fase mediante la colocación de tres o cuatro en una disposición en serie, y establecer un mecanismo para sincronizar de forma mecánica las diversas fases. Una implementación de este tipo sería costosa y compleja, y las pérdidas mecánicas se verían aumentadas por la proliferación de los dispositivos mecánicos. También existe el riesgo de filtración que resulta de la presencia del mecanismo de sincronización.

50 Además, estos sistemas no son autoaccionados. El movimiento del elemento de desplazamiento ha de controlarse mediante un sistema mecánico externo que asegure el movimiento de avance y retroceso del émbolo. Esto comporta una complejidad adicional y el mismo problema de filtración que con los compresores mecánicos abiertos.

Otro ejemplo se describe en la patente de EE. UU. 2010/212311.

60 **Objeto de la invención**

El fin de la invención es la provisión de mejoras a la técnica anterior mediante la resolución de algunas o la totalidad de las desventajas que se han mencionado en lo que antecede.

Por lo tanto, la invención propone un dispositivo de compresión de fluido gaseoso que comprende:

- una primera envuelta,

- una entrada para el fluido gaseoso que va a comprimirse,
- un primer émbolo que está montado para poder moverse dentro de la primera envuelta y que delimita, de una forma estanca frente a fluidos, una primera cámara y una segunda cámara en el interior de dicha primera envuelta,
- 5 - una salida para el fluido gaseoso comprimido que está conectada a dicha segunda cámara, estando la entrada conectada a dicha primera cámara,
- una segunda envuelta,
- un segundo émbolo que está montado para poder moverse dentro de la segunda envuelta y que delimita, de una forma estanca frente a fluidos, una tercera cámara y una cuarta cámara en el interior de dicha segunda envuelta,
- 10 - un primer circuito de intercambio que establece una comunicación de fluido entre la primera cámara y la cuarta cámara, que tiene un primer intercambiador de calor para transportar calorías a un sumidero de calor,
- un segundo circuito de intercambio que establece una comunicación de fluido entre la segunda cámara y la tercera cámara, que tiene un segundo intercambiador de calor para transportar calorías a partir de una fuente de calor,
- 15 - un pasaje de transferencia que establece una comunicación de fluido de la primera cámara a la segunda cámara, con un dispositivo de antirreflujo interpuesto,

y en el que el primer y el segundo émbolos están conectados mediante un elemento de conexión mecánica, por medio de lo cual un movimiento de avance y retroceso de los émbolos da como resultado una compresión del fluido gaseoso en el sentido de la salida.

En virtud de estas disposiciones, dos fases de compresión se combinan de una forma simple mediante la conexión mecánica de los émbolos y la comunicación de fluido entre cámaras; el nivel resultante de compresión puede ser apropiado para determinados circuitos de fluido de transferencia de calor.

En diversas realizaciones de la invención, pueden usarse una o más de las siguientes disposiciones.

En un aspecto de la invención, la primera y la segunda envueltas están formadas en el interior de un cilindro cerrado que tiene un eje primario, con dicha primera y dicha segunda envueltas estando dispuestas en sentido axial una después de la otra; y el elemento de conexión mecánica es un vástago que conecta de forma rígida el primer y el segundo émbolos, con dichos émbolos pudiendo moverse a lo largo del eje primario. Esta es una solución particularmente compacta y simple para integrar dos fases de compresión en una unidad.

En otro aspecto de la invención, tanto el primer circuito de intercambio como el segundo circuito de intercambio pasan adicionalmente a través de un intercambiador de calor de contracorriente de dos corrientes de tal modo que los fluidos gaseosos se desplazan en flujos de contracorriente cuando se mueven el primer y el segundo émbolos. Por lo tanto, es posible usar un intercambiador de calor convencional para la función regenerativa, lo que simplifica en gran medida el diseño de la función regenerativa con respecto a la técnica anterior.

En otro aspecto de la invención, el segundo intercambiador de calor comprende un circuito de admisión y un circuito de salida, ambos de los cuales pasan a través de un intercambiador de calor economizador con flujos de contracorriente. Esto optimiza la efectividad de la transferencia de calor a partir de la fuente de calor.

En otro aspecto de la invención, el pasaje de transferencia se enfría mediante un circuito de enfriamiento auxiliar. Esto baja la temperatura del gas cuando este sale de la primera fase de compresión, con el fin de obtener una temperatura moderada al entrar en la segunda fase de compresión.

En otro aspecto de la invención, el pasaje de transferencia está dispuesto dentro del primer émbolo como una abertura con una válvula de retención. Esto elimina la necesidad de tubos externos que conecten la primera y la segunda cámaras.

En otro aspecto de la invención, el dispositivo de compresión comprende adicionalmente un sistema de accionamiento para accionar los émbolos que comprende una cámara auxiliar, un émbolo auxiliar que separa de forma hermética la primera cámara con respecto a la cámara auxiliar, un volante de inercia, un vástago de conexión que conecta dicho volante de inercia al émbolo auxiliar, estando el émbolo auxiliar conectado de forma mecánica al primer y el segundo émbolos, por medio de lo cual el movimiento de avance y retroceso de los émbolos puede ser automantenido por dicho sistema de accionamiento. El sistema autoaccionado está alojado en el interior de la envuelta y no pasa elemento móvil alguno a través del revestimiento, lo que elimina la necesidad de cualquier junta rotatoria o junta deslizante para garantizar un sello estanco frente a fluidos para un sistema de accionamiento externo como en la técnica anterior.

En otro aspecto de la invención, el dispositivo de compresión comprende adicionalmente un motor eléctrico que está acoplado al volante de inercia, estando configurado dicho motor para impartir un movimiento de rotación inicial al volante de inercia de motor de tal modo que se inicia el accionamiento autónomo.

En otro aspecto de la invención, el motor puede controlarse en modo de generador mediante una unidad de control,

por medio de lo cual el volante de inercia de motor puede ralentizarse y la velocidad de rotación del volante de inercia de motor puede regularse.

En otro aspecto de la invención, el dispositivo comprende adicionalmente un segundo cilindro que está dispuesto en el extremo del cilindro cerrado, con dicho segundo cilindro incluyendo:

- una tercera envuelta,
- un tercer émbolo que está montado para poder moverse dentro de la tercera envuelta y que delimita, de una forma estanca frente a fluidos, una quinta cámara y una sexta cámara en el interior de dicha tercera envuelta,
- una cuarta envuelta,
- un cuarto émbolo que está montado para poder moverse dentro de la cuarta envuelta y que delimita, de una forma estanca frente a fluidos, una séptima cámara y una octava cámara en el interior de dicha cuarta envuelta,
- un tercer circuito de intercambio que establece una comunicación de fluido entre la quinta cámara y la octava cámara, que tiene un tercer intercambiador de calor para transportar calorías a un sumidero de calor,
- un cuarto circuito de intercambio que establece una comunicación de fluido entre la sexta cámara y la séptima cámara, que tiene un cuarto intercambiador de calor para transportar calorías a partir de una fuente de calor,
- un segundo pasaje de transferencia que establece una comunicación de fluido entre la quinta cámara y la sexta cámara, con un dispositivo de antirreflujo interpuesto, en el que el tercer y el cuarto émbolos están unidos al vástago, y en el que la salida a partir de la segunda cámara está conectada a la quinta cámara. Por lo tanto, pueden integrarse cuatro fases de una forma simple dentro de una unidad.

En otro aspecto de la invención, la sección transversal interior de la tercera y la cuarta enveltas es más pequeña que la sección transversal interior de la primera y la segunda enveltas. Esto da cabida al hecho de que la carrera recorrida por la totalidad de los émbolos sea la misma pero que la presión sea más grande en las fases de compresión más alta y que el fluido gaseoso ocupe un volumen más pequeño.

Por último, la invención también se refiere a un sistema térmico que comprende un circuito de transferencia de calor y un compresor de acuerdo con uno cualquiera de los aspectos anteriores. El sistema térmico en cuestión puede tener por objeto retirar calorías de un espacio cerrado, caso en el cual este es un sistema de aire acondicionado o de refrigeración, o el sistema térmico en cuestión puede tener por objeto llevar calorías a un espacio cerrado, caso en el cual este es un sistema de calentamiento tal como un sistema para un calentamiento residencial o industrial.

Descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la lectura de la siguiente descripción de dos de sus realizaciones que se proporcionan como ejemplos no limitantes. La invención también se entenderá mejor al considerar los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática de un dispositivo de compresión de fluido gaseoso de acuerdo con la invención,
- la figura 2 representa un diagrama de presión - tiempo del ciclo que se implementa mediante el dispositivo de compresión de la figura 1,
- la figura 3 representa un diagrama de presión - temperatura para el ciclo que se implementa mediante el dispositivo de compresión de la figura 1,
- la figura 4 es una vista análoga a la de la figura 1, pero adicionalmente muestra el sistema autoaccionado,
- las figuras 5 y 5b muestran el dispositivo de la figura 4, visto desde el extremo en el plano V - V en la figura 4, con la figura 5b representando una solución alternativa a la de la figura 5,
- la figura 6 representa un diagrama del ciclo que se lleva a cabo por el dispositivo autoaccionado,
- la figura 7 representa el dispositivo de compresión de la figura 1 con unas pocas variantes, y
- la figura 8 muestra una segunda realización del dispositivo de compresión con cuatro fases de compresión.

Las mismas referencias en las diferentes figuras indican los mismos elementos, o unos similares.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra un dispositivo de compresión de fluido gaseoso de la invención, que está adaptado para admitir un fluido gaseoso mediante una admisión o entrada 81, a una presión P1, y para proporcionar el fluido comprimido en una salida 82 a una presión P2 que es más grande que P1. La entrada 81 puede equiparse con una válvula 81a (o 'válvula de retención' 81a), mientras que la salida puede equiparse con una válvula 82a ('válvula de retención' 82a). Estas dos válvulas de retención no se encuentran necesariamente en las proximidades del dispositivo de compresión.

En el ejemplo que se ilustra, el dispositivo de compresión comprende un revestimiento cilíndrico 1 que contiene dos enveltas 31, 32 que son de forma cilíndrica, tienen la misma sección transversal, son coaxiales con respecto a un eje primario X, y están separadas por una pared hermética 91. Un primer émbolo 71 está montado para poder moverse en el interior de la primera envuelta 31 y, por lo tanto, delimita una primera cámara 11 y una segunda

cámara 12 en el interior de la primera envuelta 31. De forma similar, un segundo émbolo 72 está montado para poder moverse en el interior de la segunda envuelta 32 y, por lo tanto, delimita una tercera cámara 13 y una cuarta cámara 14 en el interior de la segunda envuelta 32.

- 5 Los émbolos 71, 72 se encuentran en forma de discos que tienen un aro de émbolo a lo largo de su circunferencia para aislar de forma hermética las cámaras que estos separan.

10 Un elemento de conexión mecánica, en forma de un vástago 19 que tiene una sección transversal pequeña en el ejemplo que se ilustra, conecta de forma mecánica el primer y el segundo émbolos 71, 72 al pasar a través de la pared 91. Los dos émbolos 71, 72 se mueven con el vástago 19 en paralelo con respecto a la dirección del eje primario X. En la ubicación en la que el vástago 19 pasa a través de la pared 91, no es necesario preocuparse por el sello debido a que el diferencial de presión es nulo tal como se verá en lo sucesivo.

15 Un vástago auxiliar 19a también puede conectar el primer émbolo 79 con un dispositivo externo 90 que acciona el tren de émbolos tal como se analizará en lo sucesivo.

Tal como se ilustra en la figura 1, el dispositivo comprende adicionalmente:

- 20 - un primer circuito de intercambio 21 que establece una comunicación continua de fluido entre la primera cámara 11 y la cuarta cámara 14, que tiene un primer intercambiador de calor 5 para transportar calorías a un sumidero de calor 50,
- un segundo circuito de intercambio 22 que establece una comunicación continua de fluido entre la segunda cámara 12 y la tercera cámara 13, que tiene un segundo intercambiador de calor 6 para transportar calorías a partir de una fuente de calor 60,
- 25 - un pasaje de transferencia 29 que establece una comunicación de fluido entre la primera cámara y la segunda cámara, con un dispositivo de antirreflujo 29a interpuesto, de tal modo que el fluido gaseoso puede fluir desde la primera cámara 11 hasta la segunda cámara 12 y no a la inversa.

30 En el ejemplo que se ilustra, el primer circuito de intercambio 21 y el segundo circuito de intercambio 22 pasan a través de un intercambiador de calor de contracorriente de dos corrientes 4, que también se denomina un intercambiador de calor regenerativo; este intercambiador de calor regenerativo 4 comprende dos tubos 41, 42 en los que los flujos de gas son a contracorriente durante el movimiento de los émbolos.

35 El primer circuito de intercambio 21 discurre a partir de un extremo 21a que está conectado a la primera cámara 11, a continuación a través de un tubo 52 del primer intercambiador 5, a continuación a través de uno de los tubos 41 del intercambiador de dos corrientes 6 para unirse de nuevo a la cuarta cámara 14 en su otro extremo 21b.

40 El segundo circuito de intercambio 22 discurre a partir de un extremo 22a que está conectado a la segunda cámara 12, a continuación a través del otro tubo 42 del intercambiador de dos corrientes 4, a continuación a través de un tubo 62 del segundo intercambiador 6 para unirse de nuevo a la tercera cámara 13 en su otro extremo 22b.

45 En el segundo intercambiador de calor 6, un fluido de contribución de calor, independiente del fluido gaseoso que va a comprimirse, se desplaza a través de un tubo de intercambio 61 que está térmicamente acoplado al tubo 62 que ya se ha mencionado. En el primer intercambiador de calor 5, un fluido de contribución de frío, también independiente del fluido gaseoso que va a comprimirse, se desplaza a través de un tubo de intercambio 51 que está térmicamente acoplado al tubo 52 que ya se ha mencionado.

50 Debería observarse que la primera cámara 11, la cuarta cámara 14 y el primer circuito de intercambio 21 están sustancialmente a la misma presión, que se denota PE1, que cambia con el tiempo bajo el efecto de las variaciones en la temperatura tal como se detallará en lo sucesivo. También debería observarse que la suma de los volúmenes de la primera cámara 11 y la cuarta cámara 14 permanece sustancialmente constante cuando se mueven los émbolos 71, 72. La primera cámara 11, la cuarta cámara 14 y el primer circuito de intercambio 21 constituyen la primera fase de compresión.

55 De forma similar, la segunda cámara 12, la tercera cámara 13 y el segundo circuito de intercambio 22 están sustancialmente a la misma presión, que se denota PE2, que cambia con el tiempo bajo el efecto de variaciones en la temperatura tal como se especificará en lo sucesivo. De forma similar, la suma de los volúmenes de la segunda cámara 12 y la tercera cámara 13 permanece sustancialmente constante cuando se mueven los émbolos 71, 72. La segunda cámara 12, la tercera cámara 13 y el segundo circuito de intercambio 22 constituyen la segunda fase de compresión.

60 De forma ventajosa en la invención, la suma de las presiones que se ejercen sobre el tren de émbolos está equilibrada; en efecto, el diferencial de presión PE2 - PE1 sobre el primer émbolo 71 se compensa mediante el diferencial de presión PE1 - PE2 sobre el segundo émbolo 72, teniendo en cuenta que el efecto de la sección transversal del vástago es despreciable.

De forma ventajosa en la invención, la primera envuelta 31 (las cámaras 11, 12) contiene gas frío y la segunda envuelta 32 (las cámaras 13, 14) contiene gas caliente. La pared 91 que separa las dos envueltas es de un material térmicamente aislante, por ejemplo acero o un polímero de alto rendimiento. De forma similar, el revestimiento exterior 1, que preferiblemente se fabrica de acero inoxidable, Inconel o polímero de alto rendimiento, preferiblemente tiene una conductividad térmica relativamente baja, por ejemplo de menos de 50 W / m / K . De forma similar, el vástago 19, preferiblemente de un material de acero o de polímero de alto rendimiento, preferiblemente tiene una conductividad térmica relativamente baja, por ejemplo de menos de 50 W / m / K . El funcionamiento se detallará adicionalmente en lo sucesivo.

El funcionamiento del compresor se asegura mediante el movimiento alterno del tren de los émbolos 71, 72, así como mediante la acción de la válvula de admisión 81a en la entrada, la válvula de retención 82a para la descarga en la salida, y la válvula de retención 29a para la transferencia en el pasaje de transferencia 29.

El funcionamiento del ciclo se describe en lo sucesivo, con los cambios en la presión representados en las figuras 2 y 3.

El perfil longitudinal de las temperaturas dentro del primer y el segundo intercambiadores (5, 6) es sustancialmente constante. En una implementación a modo de ejemplo de la invención, en el primer intercambiador 5 (para enfriamiento) la temperatura se estabiliza en torno a 50°C , mientras que en el segundo intercambiador 6 (para calentamiento) la temperatura se estabiliza en torno a 650°C .

Las diferentes etapas A, B, C, D, que se describen en lo sucesivo se representan en las figuras 1, 2 y 3.

Etapas A.

Los émbolos, inicialmente a la izquierda en la figura 1, se mueven hacia la derecha. Las diversas válvulas están cerradas. Tal como se verá, las presiones en este instante son $PE1 = P1$ en la primera fase y $PE2 = P2$ en la segunda fase. En la primera fase, pasa gas de la primera cámara 11 (parte fría) a la cuarta cámara 14 al desplazarse (por medio del primer circuito de intercambio 21) a través del primer intercambiador 5 a continuación el intercambiador de dos corrientes 4, y cambia de una temperatura de aproximadamente 50°C a 650°C . La presión $PE1$ sube a partir del calentamiento a un volumen sustancialmente constante. Al mismo tiempo en la segunda fase, pasa gas (por medio del segundo circuito de intercambio 22) de la tercera cámara 13 en la que este se encuentra a una temperatura de aproximadamente 650°C a la segunda cámara 12 al desplazarse a través del segundo intercambiador 6 a continuación el intercambiador de dos corrientes 4. La presión $PE2$ cae mediante un enfriamiento a un volumen sustancialmente constante. Este proceso continúa hasta que la presión $PE1$ es ligeramente más grande que $PE2$, de tal modo que la válvula de retención de transferencia 29a (que también se denomina la válvula de descarga intermedia) se abre.

Entonces, los émbolos se encuentran en una posición intermedia, que se representa mediante el extremo de la flecha A para el émbolo izquierdo en la figura 1.

Etapas B

Debido a que la válvula de retención de transferencia 29a está abierta, el movimiento hacia la derecha subsiguiente de los émbolos 71, 72 da lugar a un reflujo desde la primera fase hacia la segunda fase. Durante esta etapa, las presiones $PE1$ y $PE2$ permanecen sustancialmente iguales, a un nivel intermedio que se denota PT en las figuras 2 y 3. Esta etapa continúa hasta el final del recorrido hacia la derecha de los émbolos.

Etapas C

A continuación, los émbolos se mueven hacia la izquierda. En la primera fase, el gas caliente pasa de la cuarta cámara 14 a la primera cámara 11, desplazándose (por medio del primer circuito de intercambio 21) a través del tubo 41 del intercambiador de dos corrientes 4 y a través del primer intercambiador 5, lo que enfría el gas. La presión $PE1$ cae. A la inversa, en la segunda fase, el gas pasa de la segunda cámara 12 a la tercera cámara 13, desplazándose (por medio del segundo circuito de intercambio 22) a través del tubo 42 del intercambiador de dos corrientes 4 a contracorriente con respecto al tubo 41, y a través del segundo intercambiador 6, que recalienta el gas y la presión $PE2$ sube. Por lo tanto, la válvula de descarga intermedia 29a se cierra al inicio de esta etapa.

Este proceso continúa hasta que la presión $PE1$ cae ligeramente por debajo de $P1$ y la presión $PE2$ supera ligeramente $P2$.

Las válvulas de admisión 81a y las válvulas de descarga 82a se abren en ese instante. Entonces, los émbolos se encuentran en una posición intermedia, que se representa mediante el extremo de la flecha C para el émbolo izquierdo en la figura 1.

Etapas D.

Durante el final del recorrido hacia la izquierda de los émbolos, la primera fase succiona gas a través de la válvula de admisión 81a a una presión que se supone que es constante P1 (si el depósito de aguas arriba es de un tamaño suficiente), mientras que la segunda fase descarga gas a través de la válvula de descarga 82a a una presión que se supone que es constante P2 (si el depósito de aguas abajo es de un tamaño suficiente). Esta etapa continúa hasta el final del recorrido hacia la izquierda de los émbolos.

Tal como se muestra en la figura 1, el tren de émbolos se acciona mediante un sistema 90 en el exterior del revestimiento 1, y hay una junta de estanqueidad 88 que presiona sobre el vástago 19.

En la invención, se prefiere que se evite el uso de cualquier junta de estanqueidad o sello de este tipo. Las figuras 4, 5, 5b y 6 describen el sistema de accionamiento de émbolos 9 integrado en el interior del revestimiento, que comprende una cámara auxiliar 10, con un émbolo auxiliar 79 que separa de forma hermética la primera cámara 11 con respecto a la cámara auxiliar 10. Dicho sistema también comprende un volante de inercia 77, con un vástago de conexión 78 que conecta dicho volante al émbolo auxiliar 79. Dicho vástago de conexión tiene un primer extremo 78a que está unido mediante una conexión pivotante al émbolo auxiliar, y un segundo extremo 78b que está unido mediante una conexión pivotante al volante de inercia. El émbolo auxiliar 79 está conectado de forma mecánica al primer y el segundo émbolos (71, 72) mediante el vástago auxiliar 19b.

De forma ventajosa de acuerdo con la invención, la admisión de gas pasa a través de la cámara auxiliar 10 que se encuentra a la presión P1. Por lo tanto, la presión P1 prevalece a la derecha del émbolo auxiliar 79, mientras que la presión PE1 prevalece a la izquierda del émbolo auxiliar 79. Tal como se ilustra en la figura 6, las fuerzas que se ejercen sobre el tren de émbolos suministran energía al volante de inercia durante las etapas A, B y D, mientras que en la etapa C es el volante de inercia el que suministra energía al tren de émbolos, teniendo en cuenta que el tren de émbolos ha de superar en todo momento las fuerzas de rozamiento a partir de los aros de émbolo. Como resultado, el movimiento de avance y retroceso de los émbolos puede ser automantenido por dicho sistema de accionamiento.

La velocidad de rotación del volante de inercia de motor y, por lo tanto, la frecuencia de las carreras de émbolo se establece cuando la potencia gastada en el rozamiento alcanza la potencia que se entrega al émbolo auxiliar mediante el ciclo termodinámico.

Tal como se ilustra en la figura 5, un alojamiento 98 que encierra la cámara auxiliar 10 tiene una base 93 que está unida al cilindro 1 mediante unos medios de unión convencionales 99. Además, el sistema de accionamiento 9 puede comprender un motor eléctrico 95 que está acoplado al volante de inercia de motor 77 a través de un árbol 94 que está centrado sobre el eje Y. En el ejemplo que se representa en la figura 5, el motor 95 se encuentra en el interior del alojamiento 98 y, por lo tanto, en el interior de la envuelta en la que el gas está confinado a la presión de admisión P1. Solo el cableado 96 que suministra potencia al motor pasa a través de la pared del alojamiento, pero sin movimiento relativo alguno que haga posible tener un sello de alta eficiencia.

En la variante que se representa en la figura 5b, el motor es de una forma particular que tiene un disco de rotor 97, por ejemplo un tipo de imán permanente, que está situado en el interior de la envuelta contra la pared, y un estátor situado en el exterior de la envuelta contra la pared. En este caso, los circuitos de control electromagnético y el cableado 96 son externos.

No obstante, se entiende que el motor podría ser externo, completamente en el exterior del alojamiento 98, pero en este caso es necesario un sello rotatorio en torno al árbol.

Además, dicho motor eléctrico 95 que está acoplado al volante de inercia está adaptado para impartir un movimiento de rotación inicial al volante de inercia de motor para iniciar el accionamiento autónomo. Además, el motor puede controlarse en modo de generador mediante una unidad de control (que no se representa), por medio de lo cual el volante de inercia de motor puede ralentizarse y la velocidad de rotación del volante de inercia de motor puede regularse.

Durante el funcionamiento normal, la potencia mecánica que se suministra al dispositivo autoaccionado 9 será más grande que las pérdidas debido al rozamiento, de tal modo que se encuentra disponible una potencia eléctrica residual (modo normal de funcionamiento como generador). Esta potencia eléctrica complementaria podrá utilizarse por los dispositivos eléctricos en el exterior del compresor, incluyendo su sistema de regulación, para accionar las bombas o ventiladores de un ciclo de refrigeración, para recargar una batería de arranque, o para necesidades de cogeneración.

Tal como se representa en la figura 7, determinadas variantes pueden usarse de forma individual o en combinación con las características que ya se han descrito.

Un circuito de enfriamiento auxiliar 8 permite enfriar el pasaje de transferencia 29, lo que baja la temperatura del gas a medida que este sale de la primera fase de compresión con el fin de obtener una temperatura moderada en la entrada a la segunda fase de compresión. El fluido que se suministra a este enfriador auxiliar 8 para actuar como el

sumidero de calor puede ser el mismo que el fluido que se desplaza a través del tubo 51 del primer intercambiador 5. En una aplicación que comporta un calentamiento residencial o industrial, el fluido que se usa como el sumidero de calor 50 puede ser el fluido del circuito de calentamiento general.

- 5 Como alternativa a un pasaje de transferencia externo 29, también es posible usar un pasaje de transferencia interno 29b que se implementa como una válvula de retención 29b en el interior del primer émbolo 71.

Un intercambiador de calor economizador 7 que está conectado al segundo intercambiador 6 comprende una entrada 7d, un circuito de suministro 7a que está térmicamente acoplado a un circuito de retorno 7b, y una salida 7c. El fluido de contribución de calor es independiente del fluido gaseoso que va a comprimirse, y se desplaza al exterior y de vuelta en sentidos opuestos a través de este intercambiador de calor economizador de contracorriente. La contribución de calor 60 se realiza entre el circuito de suministro 7a y el tubo 61 del segundo intercambiador 6. El circuito de retorno 7b transporta calor al circuito de suministro 7a lo que optimiza la eficiencia de la contribución de calor a partir de la fuente de calor 60.

Otra variante consiste en la adición de unas porciones auxiliares 53, 63 al primer y el segundo circuitos de intercambio para permitir dirigir de forma selectiva los flujos de intercambio de calor a través del primer y el segundo intercambiadores 5, 6. De forma más específica, se añade una serie de doce válvulas de solenoide (55 a 59 y 65 a 69) a los circuitos de intercambio.

Tal como se representa en la figura 7, cuando los émbolos se mueven de izquierda a derecha, las válvulas de solenoide 54, 58, 59, 65, 66, 69 se fijan en el estado cerrado, mientras que las válvulas de solenoide 55, 56, 57, 64, 67, 68 se fijan en el estado abierto. El flujo que sale de la primera cámara 11 no pasa a través del primer intercambiador de calor 5: este pasa a través de la válvula de solenoide 55 y, por lo tanto, sortea el primer intercambiador 5, a continuación este se introduce en el tubo 41 del intercambiador 4 y pasa al interior del segundo intercambiador 6 por medio de las válvulas 67 y 68, representándose dicho flujo mediante las flechas de puntos. De forma similar, el flujo que sale de la tercera cámara 13 no pasa a través del segundo intercambiador de calor 6: este pasa a través de la válvula de solenoide 64, a continuación este se introduce en el tubo 42 del intercambiador 4 y pasa al interior del primer intercambiador 5 por medio de las válvulas 57 y 56, representándose dicho flujo mediante las flechas de trazo continuo.

Por otro lado, cuando los émbolos se mueven de derecha a izquierda, las válvulas de solenoide 54, 58, 59, 65, 66, 69 se fijan en el estado abierto, mientras que las válvulas de solenoide 55, 56, 57, 64, 67, 68 se fijan en el estado cerrado. El flujo que sale de la segunda cámara 12 no pasa a través del primer intercambiador de calor 5: este pasa a través de la válvula de solenoide 54, a continuación este se introduce en el tubo 42 del intercambiador 4 y pasa al interior del segundo intercambiador 6 por medio de las válvulas 69 y 66, representándose dicho flujo mediante las flechas de puntos y de trazos. De forma similar, el flujo que sale de la cuarta cámara 14 no pasa a través del segundo intercambiador de calor 6: este pasa a través de la válvula de solenoide 65 y, por lo tanto, sortea el segundo intercambiador 6, a continuación este se introduce en el tubo 41 del intercambiador 4 y pasa al interior del primer intercambiador 5 por medio de las válvulas 59 y 58, representándose dicho flujo mediante las flechas de trazos.

Con estas doce válvulas de solenoide añadidas a los circuitos y los controles apropiados, los flujos de calor pueden mejorarse y los intercambiadores de calor 5 y 6 pueden compartirse por la primera y la segunda fases.

Una segunda realización, que se ilustra en la figura 8, se refiere a un compresor con cuatro fases que se construye mediante la duplicación de la configuración en dos fases que se ilustra en la primera realización, y añadiendo:

- una tercera envuelta 33,
- un tercer émbolo 73 que está montado para poder moverse dentro de la tercera envuelta y que delimita, de una forma estanca frente a fluidos, una quinta cámara 15 y una sexta cámara 16 en el interior de dicha tercera envuelta,
- una cuarta envuelta 34,
- un cuarto émbolo 74 que está montado para poder moverse dentro de la cuarta envuelta y que delimita, de una forma estanca frente a fluidos, una séptima cámara 17 y una octava cámara 18 en el interior de dicha cuarta envuelta,
- un tercer circuito de intercambio 23 que establece una comunicación de fluido entre la quinta cámara y la octava cámara, que tiene un tercer intercambiador de calor 5b para transportar calorías a un sumidero de calor,
- un cuarto circuito de intercambio 24 que establece una comunicación de fluido entre la sexta cámara y la séptima cámara, que tiene un cuarto intercambiador de calor 6b para transportar calorías a partir de una fuente de calor,
- un segundo pasaje de transferencia 28 que establece una comunicación de fluido entre la quinta cámara 15 y la sexta cámara 16, con un dispositivo de antirreflujo interpuesto 28a.

El tercer y el cuarto émbolos están unidos al vástago 19 que pasa a través de una segunda pared 92 que separa la tercera y la cuarta envueltas, similar a la primera pared 91 que ya se ha descrito, y pasa también a través de la pared 95 que separa las cámaras 14 y 15.

5 La salida a partir de la segunda fase, que se emite a partir de la segunda cámara, está conectada a la entrada a la quinta cámara (admisión de la tercera fase) por medio de la válvula de retención 82a. Los pasajes de transferencia entre cada fase preferiblemente pasan a través de los circuitos de enfriamiento 8, 8a, 8b para evitar demasiado calentamiento del fluido gaseoso. Preferiblemente, en una aplicación de calentamiento, el fluido que se usa para enfriamiento es el fluido del circuito de calentamiento general.

10 Al igual que para el funcionamiento de la tercera y la cuarta fases, es de aplicación lo que se describió para la primera y la segunda fases, cambiando lo que se deba cambiar.

La salida a partir de la cuarta fase entrega el gas comprimido a una presión P4 a través de la válvula 83a.

15 Debería observarse que las entidades descritas pueden tener cualesquiera forma y dimensiones a la vez que siguen estando dentro del alcance de la invención, en particular la relación de carrera / diámetro interior, la forma de las válvulas de retención, la disposición de la primera y la segunda envueltas, etc.

De acuerdo con unas realizaciones ventajosas de la invención, el fluido gaseoso que va a usarse puede elegirse de entre refrigerantes convencionales de HFC (hidrofluorocarbonos) como R410A, R407C, R744 o similares.

20 De acuerdo con unas realizaciones ventajosas de la invención, la frecuencia operativa del tren de émbolos puede elegirse en el intervalo de 5 Hz a 10 Hz (de 300 a 600 Rpm).

25 De acuerdo con unas realizaciones ventajosas de la invención, la cilindrada total del compresor (la suma de volumen de todas las cámaras) puede elegirse en el intervalo de 0,2 litros a 0,5 litros para una aplicación de bomba de calor que tiene una potencia comprendida entre 10 y 20 kW.

De acuerdo con unas realizaciones ventajosas de la invención, la presión operativa del fluido gaseoso puede variar de 40 bares a 120 bares (de 4 MPa a 12 MPa).

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de compresión de fluido gaseoso, que comprende:

- 5 - una entrada para el fluido gaseoso que va a comprimirse,
- una primera envuelta (31),
- un primer émbolo (71) que está montado para poder moverse dentro de la primera envuelta y que delimita, de una forma estanca frente a fluidos, una primera cámara (11) y una segunda cámara (12) en el interior de dicha primera envuelta,
- 10 - una salida para el fluido gaseoso comprimido que está conectada a dicha primera cámara, estando la entrada conectada a dicha primera cámara,
- una segunda envuelta (32),
- un segundo émbolo (72) que está montado para poder moverse dentro de la segunda envuelta y que delimita, de una forma estanca frente a fluidos, una tercera cámara (13) y una cuarta cámara (14) en el interior de dicha segunda envuelta,
- 15 - un primer circuito de intercambio (21) que establece una comunicación de fluido entre la primera cámara y la cuarta cámara, que tiene un primer intercambiador de calor (5) para transportar calorías a un sumidero de calor,
- un segundo circuito de intercambio (22) que establece una comunicación de fluido entre la segunda cámara y la tercera cámara, que tiene un segundo intercambiador de calor (6) para transportar calorías a partir de una fuente de calor,
- 20 - un pasaje de transferencia (29) que establece una comunicación de fluido de la primera cámara a la segunda cámara, con un dispositivo de antirreflujo interpuesto,

25 y en el que el primer y el segundo émbolos están conectados mediante un elemento de conexión mecánica (19), por medio de lo cual un movimiento de avance y retroceso de los émbolos da como resultado una compresión del fluido gaseoso en el sentido de la salida.

30 2. Dispositivo de compresión de fluido gaseoso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha primera y dicha segunda envueltas (31, 32) están formadas en el interior de un cilindro cerrado (1) que tiene un eje primario (X), con dicha primera y dicha segunda envueltas estando dispuestas en sentido axial una después de la otra, y en el que el elemento de conexión mecánica es un vástago (19) que conecta de forma rígida el primer y el segundo émbolos, con dichos émbolos pudiendo moverse a lo largo del eje primario.

35 3. Dispositivo de compresión de fluido gaseoso de acuerdo con una u otra de las reivindicaciones 1 o 2, en el que tanto el primer circuito de intercambio como el segundo circuito de intercambio (21, 22) pasan adicionalmente a través de un intercambiador de calor de contracorriente de dos corrientes (4), de tal modo que los fluidos gaseosos se desplazan en flujos de contracorriente cuando se mueven el primer y el segundo émbolos.

40 4. Dispositivo de compresión de fluido gaseoso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el segundo intercambiador de calor (6) comprende un circuito de admisión y un circuito de salida, ambos de los cuales pasan a través de un intercambiador de calor economizador (7) con flujos de contracorriente.

45 5. Dispositivo de compresión de fluido gaseoso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la primera envuelta se enfría mediante un circuito de enfriamiento auxiliar (8).

50 6. Dispositivo de compresión de fluido gaseoso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el pasaje de transferencia (29) está dispuesto dentro del primer émbolo como una abertura con una válvula de retención (29b).

55 7. Dispositivo de compresión de fluido gaseoso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende adicionalmente un sistema de accionamiento (9) para accionar los émbolos que comprende una cámara auxiliar (10), un émbolo auxiliar (79) que separa de forma hermética la primera cámara (11) con respecto a la cámara auxiliar (10), un volante de inercia (77), un vástago de conexión (78) que conecta dicho volante de inercia al émbolo auxiliar, estando el émbolo auxiliar conectado de forma mecánica al primer y el segundo émbolos (71, 72), por medio de lo cual el movimiento de avance y retroceso de los émbolos puede ser automantenido por dicho sistema de accionamiento.

60 8. Dispositivo de compresión de fluido gaseoso de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende adicionalmente un motor eléctrico que está acoplado al volante de inercia, impartiendo dicho motor un movimiento de rotación inicial al volante de inercia de motor de tal modo que se inicia el accionamiento autónomo.

65 9. Dispositivo de compresión de fluido gaseoso de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el motor puede controlarse en modo de generador mediante una unidad de control, por medio de lo cual el volante de inercia de motor puede ralentizarse y la velocidad de rotación del volante de inercia de motor puede regularse.

10. Dispositivo de compresión de fluido gaseoso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, en el que el dispositivo comprende adicionalmente un segundo cilindro que está dispuesto en el extremo del cilindro cerrado (1) y sobre el eje principal (X), con dicho segundo cilindro incluyendo:

- 5 - una tercera envuelta (33),
- un tercer émbolo (73) que está montado para poder moverse dentro de la tercera envuelta y que delimita, de una forma estanca frente a fluidos, una quinta cámara (15) y una sexta cámara (16) en el interior de dicha tercera envuelta,
- una cuarta envuelta (34),
- 10 - un cuarto émbolo (74) que está montado para poder moverse dentro de la cuarta envuelta y que delimita, de una forma estanca frente a fluidos, una séptima cámara (17) y una octava cámara (18) en el interior de dicha cuarta envuelta,
- un tercer circuito de intercambio (23) que establece una comunicación de fluido entre la quinta cámara y la octava cámara, que tiene un tercer intercambiador de calor (5b) para transportar calorías a un sumidero de calor,
- 15 - un cuarto circuito de intercambio (24) que establece una comunicación de fluido entre la sexta cámara y la séptima cámara, que tiene un cuarto intercambiador de calor (6b) para transportar calorías a partir de una fuente de calor,
- un segundo pasaje de transferencia (28) que establece una comunicación de fluido entre la quinta cámara (15) y la sexta cámara (16), con un dispositivo de antirreflujo (28a) interpuesto,

20 en el que el tercer y el cuarto émbolos están unidos al vástago (19), y en el que la salida a partir de la segunda cámara está conectada a la quinta cámara.

25 11. Dispositivo de compresión de fluido gaseoso de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la sección transversal interior de la tercera y la cuarta enveltas (33, 34) es más pequeña que la sección transversal interior de la primera y la segunda enveltas (31, 32).

30 12. Sistema térmico que comprende un circuito de transferencia de calor y un compresor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

FIG. 1

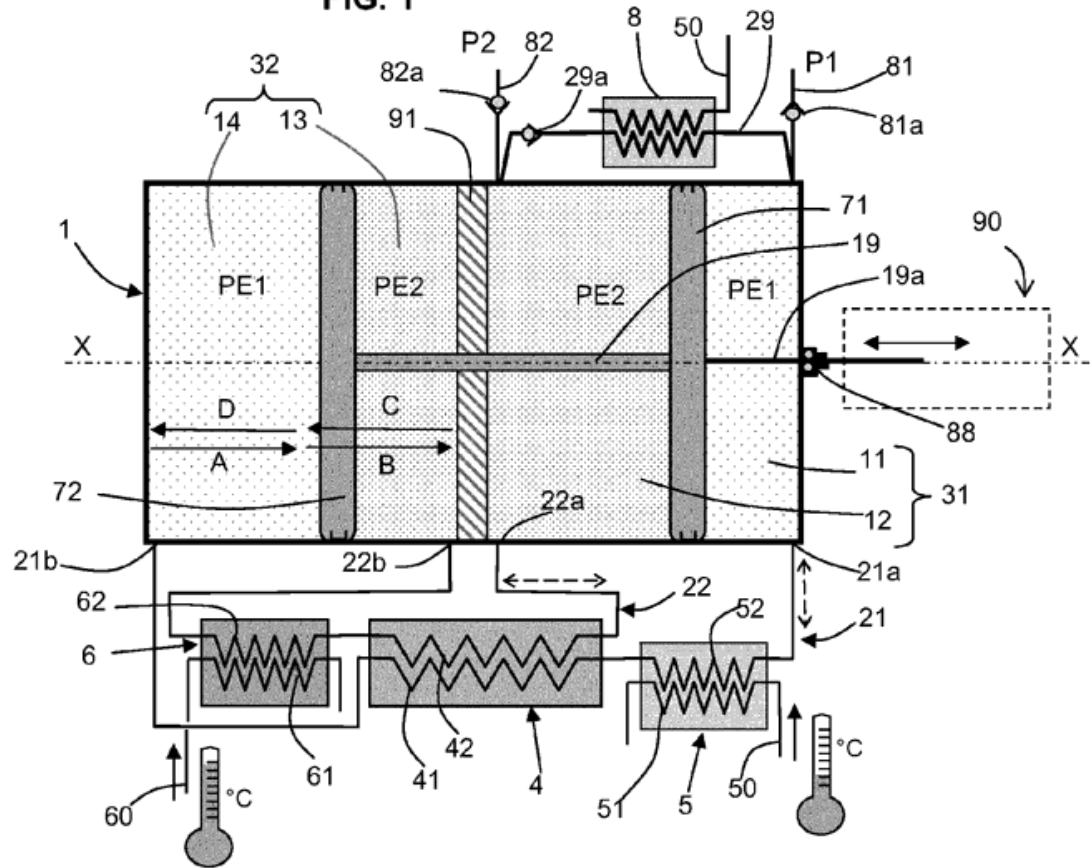


FIG. 2

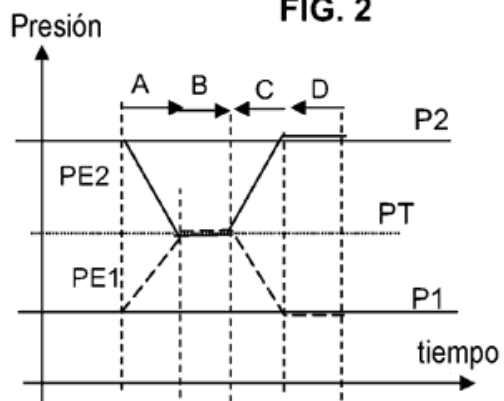


FIG. 3

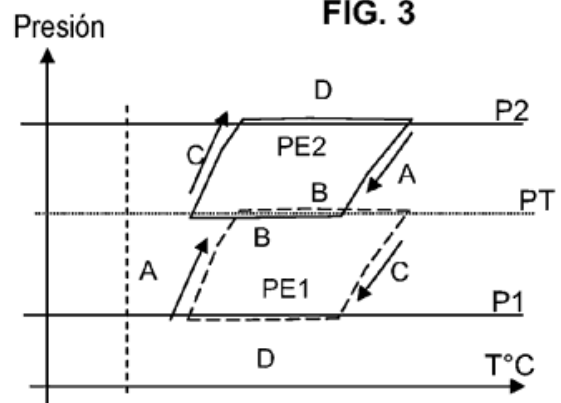


FIG. 4

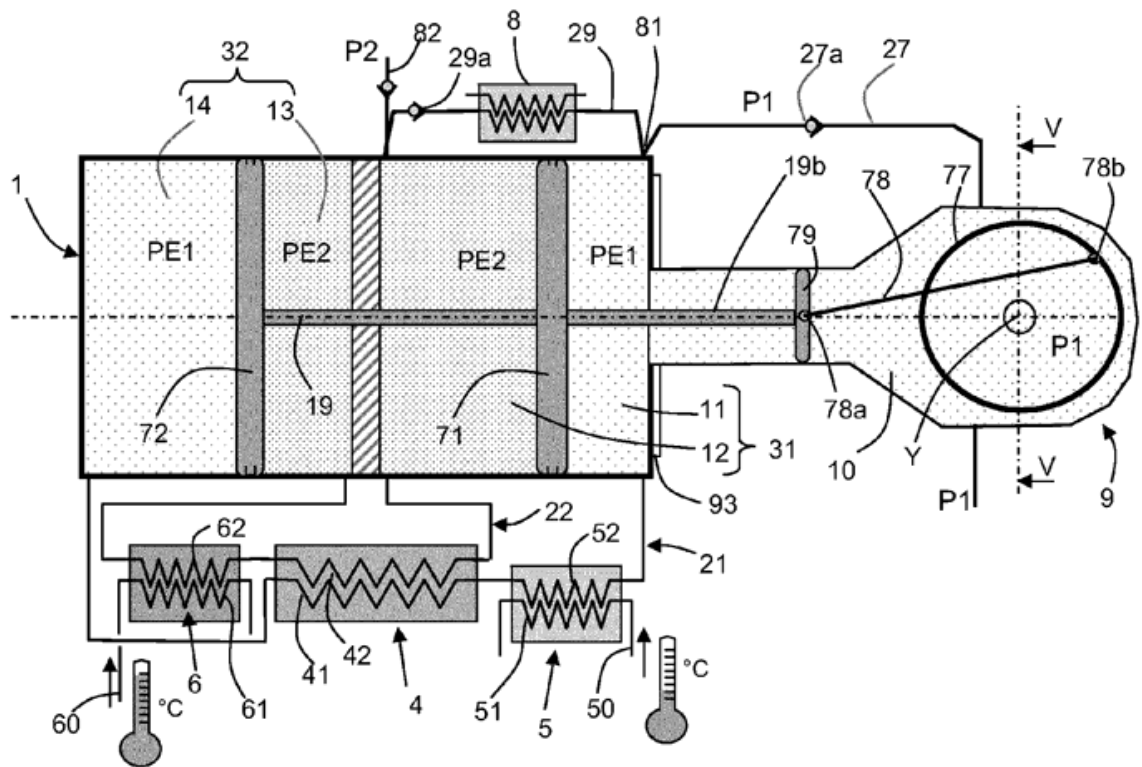
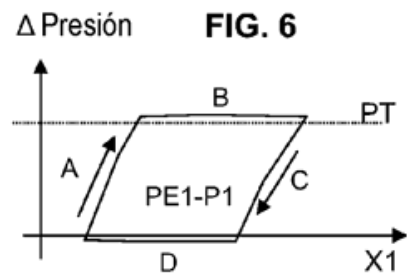
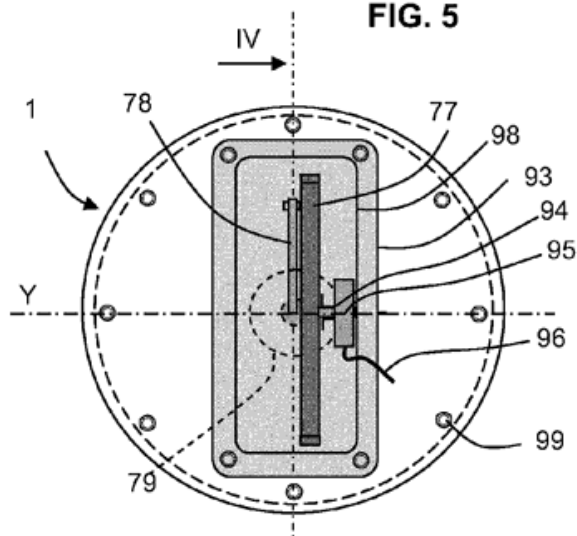


FIG. 5



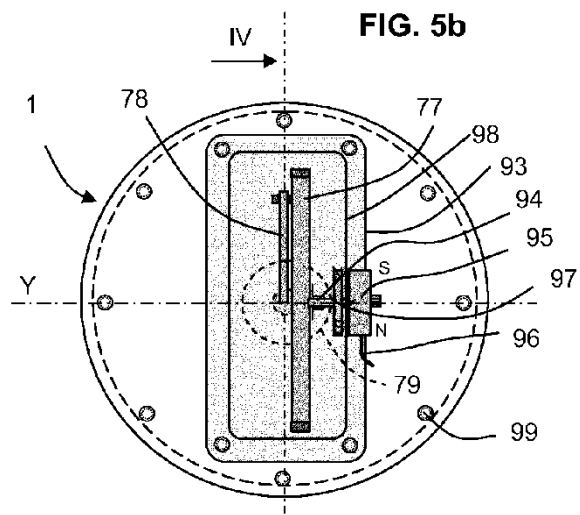
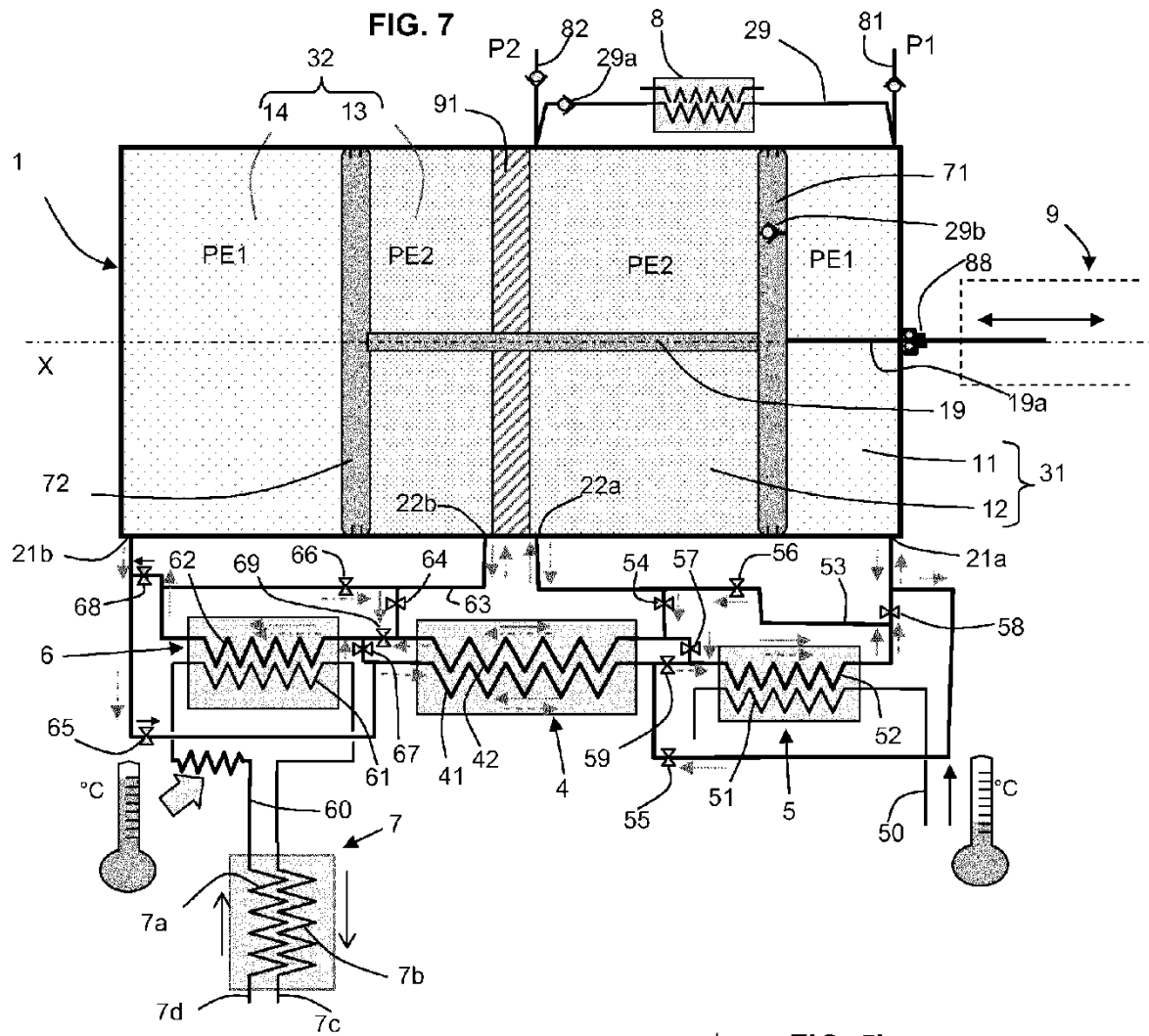


FIG. 8

