

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 872 251**

51 Int. Cl.:

**F24D 3/08** (2006.01)  
**F24D 3/18** (2006.01)  
**F24D 17/02** (2006.01)  
**F04B 35/00** (2006.01)  
**F25B 7/00** (2006.01)  
**F24H 9/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2018** **PCT/FR2018/050925**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.10.2018** **WO18193188**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2018** **E 18720327 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.03.2021** **EP 3612769**

54 Título: **Caldera termodinámica de CO2 y compresor térmico**

30 Prioridad:

**20.04.2017 FR 1753447**

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

**02.11.2021**

73 Titular/es:

**BOOSTHEAT (100.0%)**  
**41 et 47 Boulevard Marcel Sembat**  
**69200 Vénissieux, FR**

72 Inventor/es:

**JOFFROY, JEAN-MARC**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

ES 2 872 251 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

Caldera termodinámica de CO<sub>2</sub> y compresor térmico

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a sistemas de calefacción que incluyen dispositivos denominados calderas. Nos interesan en particular las calderas termodinámicas que aprovechan un dispositivo denominado bomba de calor (denominado "BdC" en abreviatura). El documento WO 2014/174199 A1 divulga un sistema de calefacción que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.

**Estado de la técnica**

Ya existen varias soluciones técnicas para implementar un dispositivo de bomba de calor en el contexto de una caldera.

En primer lugar, se conoce la utilización de compresores eléctricos para comprimir y hacer circular un fluido de trabajo portador de calor. Se habla también de "BdC eléctrica".

También se conocen bombas de calor de motor de gas ("BdC de motor de gas"). Este sistema implica la utilización de un motor de combustión interna que resulta ser ruidoso y que requiere un mantenimiento regular.

También se conocen bombas de calor de gas con desorción/adsorción, como por ejemplo las que utilizan un par agua/amoniaco o agua/zeolita. Pero estos dispositivos son complejos y costosos; además utilizan materiales potencialmente contaminantes o nocivos.

Además, de una manera general, es preferible que este tipo de caldera se pueda adaptar en su potencia y esté también previsto para poder proporcionar agua caliente sanitaria (denominada "ACS") a demanda.

Además, de una manera general, es bien conocido que los rendimientos del bucle de bomba de calor disminuyen sensiblemente cuando la temperatura exterior es reducida, en particular en aerotermia, en especial por debajo de 0 °C y la eliminación de las calorías en el exterior se hace casi despreciable incluso nula para temperaturas exteriores inferiores a -10 °C.

Esta es la razón por la cual muchas calderas están equipadas de un quemador de asistencia (o "de apoyo"), distinto del compresor de la bomba de calor, que entrega calorías en el circuito de calefacción, como por ejemplo se enseña por el documento WO2014083440. Estas calderas son por tanto denominadas "híbridas" ya que combinan un circuito de bomba de calor y un quemador clásico de apoyo. Sin embargo, estas calderas "híbridas" son relativamente complejas y costosas.

Teniendo en cuenta este concepto, subsiste por tanto una necesidad de proponer soluciones más optimizadas para los sistemas de caldera termodinámica con efecto de bomba de calor.

**Objeto de la invención**

Con tal fin, se propone un sistema de calefacción que comprende un circuito (30) de calefacción y una caldera termodinámica configurada para entregar calorías en dicho al menos un circuito (30) de calefacción, dicha caldera que comprende al menos un compresor (M1) que tiene la función de compresión de un bucle (31, 34) de tipo bomba de calor que utiliza un fluido refrigerante, la caldera que comprende además un quemador (11) de combustible que entrega calorías al menos en el fluido refrigerante, entregando el quemador de combustible las calorías en el fluido refrigerante, aguas abajo del compresor.

Gracias a estas disposiciones, se entregan las calorías "de asistencia" o "de apoyo" en el circuito de fluido refrigerante, lo que simplifica la arquitectura de la caldera y permite utilizar de forma preferente un solo intercambiador con el circuito de calefacción para la función BdC y la función "de apoyo".

De forma ventajosa, se elige como fluido refrigerante un fluido compresible de tipo R744 (es decir esencialmente de CO<sub>2</sub>).

Nota 1: En el bucle de tipo bomba de calor mencionado anteriormente con fluido compresible de tipo R744, se aprovecha un fenómeno de evaporación en el intercambiador y de un fenómeno de refrigeración/condensación en el otro intercambiador. Hace falta observar que según la presente invención, se puede también utilizar cualquier tipo de fluido refrigerante que tenga propiedades físicas parecidas a las del R744.

Nota 2: a propósito del vocabulario empleado en el presente documento, hace falta observar que lo que se denomina en este caso "circuito de calefacción" se debe interpretar ampliamente como un circuito de intercambio

principal de calorías con una entidad de interés, muy a menudo un local, siendo el objetivo calentar el local, pero en ciertas ocasiones, en especial cuando la bomba de calor es reversible, el sistema puede servir para enfriar el local. En diversos modos de realización de la invención, se puede, posiblemente, tener que recurrir además a uno y/o el otro de los dispositivos siguientes:

Según un aspecto de la invención, el compresor es un compresor térmico que comprende al menos una fase de compresión con pistón de desplazamiento alternativo, el quemador de combustible que forma además la fuente de calor del compresor y el circuito de calefacción que forma la fuente fría del compresor. En estas condiciones, desde el punto de vista de la eficacia térmica, cualquier energía desarrollada en el quemador es o bien utilizada directamente por la compresión o bien difundida directamente en el fluido compresible y una parte en forma de humos que pueden ser difundidos en el circuito de calefacción.

Según un aspecto de la invención, la caldera termodinámica comprende un circuito de agua caliente sanitaria. De forma ventajosa, se puede entregar una potencia suficiente para tener una disponibilidad casi instantánea de agua caliente sanitaria, sin necesidad de un depósito de almacenamiento de un tamaño consiguiente.

Según un aspecto de la invención, el quemador del compresor forma el único quemador de la caldera. Con lo cual, con este único quemador, somos capaces de satisfacer las necesidades energéticas, incluidas las necesidades de pico máximo (retirada de agua caliente sanitaria, atemperación de una habitación secundaria).

Según un aspecto, la caldera termodinámica que comprende un circuito (38) de sobrecalentamiento del fluido compresible que circula en el quemador del compresor, y una válvula (75) de regulación de asistencia que permite hacer circular una parte controlada del fluido compresible en el circuito de sobrecalentamiento; con lo cual la caldera puede funcionar con asistencia modulada o sin asistencia según la posición de la válvula de regulación de asistencia. Además, la potencia de asistencia se puede modular de forma ventajosa según la cantidad de gas inyectada en el quemador y la velocidad de apertura de la válvula de regulación de asistencia.

Según un aspecto, el quemador del compresor permite entregar la totalidad de la potencia de la caldera y presenta con preferencia una potencia comprendida entre 20 y 25 kW. Esta potencia resulta suficiente para una casa individual tipo con, por ejemplo, 100 m<sup>2</sup> y 4/6 personas.

Según un aspecto, la caldera termodinámica puede comprender un intercambiador (5) que forma la interfaz térmica esencial entre el bucle (31) de tipo bomba de calor y el circuito (30) de calefacción, comprendiendo el intercambiador un intercambiador (50) de alta temperatura y un intercambiador (51) de baja temperatura; conectándose el intercambiador de alta temperatura al circuito de agua caliente sanitaria; lo cual permite tener el agua caliente sanitaria producida a temperatura elevada, a disposición casi inmediata.

Según un aspecto, el bucle de tipo bomba de calor puede comprender dos circuitos dispuestos en cascada, es decir un circuito (31, M1, 5, 7, 6) de trabajo de gas compresible R744 y un circuito (34, 4, 6) de agua glicolada. De manera que el circuito de CO<sub>2</sub> puede estar confinado en el interior de la caldera, sin necesidad de intervención en el circuito de CO<sub>2</sub> por el fontanero instalador en el lugar final.

Según un aspecto, puede preverse una unidad de modulación y un motor (17) para regular, es decir aumentar y/o disminuir la velocidad de rotación del compresor; también se puede adaptar el régimen de rotación del compresor en tiempo real a la necesidad de calefacción y de agua caliente sanitaria.

Según un aspecto, el compresor puede comprender al menos dos fases de compresión en serie, es decir una segunda fase (U2) de compresión. Con lo cual se puede utilizar el fluido de tipo CO<sub>2</sub> (R744) con una gran amplitud de presiones y de temperaturas de fluido de CO<sub>2</sub> adaptadas en función de las temperaturas de los circuitos de agua a calentar. Se obtiene por tanto una buena eficacia termodinámica global.

Según un aspecto, el compresor puede comprender 3 fases; con lo cual se optimiza el escalonamiento de las subidas de presión y la adecuación de las temperaturas de fluido de CO<sub>2</sub> adaptadas en función de las temperaturas de los circuitos de agua a calentar y de la potencia térmica a entregar.

Según un aspecto, las fases son de forma ventajosa independientes. Esto facilita el dimensionamiento y se aumenta las posibilidades de modulación de cada fase.

Según un aspecto, el compresor puede comprender al menos dos fases de compresión en paralelo. Esto representa una configuración alternativa a la configuración en serie.

Según un aspecto, la caldera termodinámica puede comprender un pre calentador (9) de aire a la entrada del primer quemador. Por tanto, se recuperan calorías en los humos de combustión y se las inyecta en el aire con destino al quemador; lo cual mejora el coeficiente de rendimiento global.

Según una configuración, denominada de calefacción, la caldera termodinámica proporciona calorías al circuito de calefacción (modo “calefacción” o “invierno”) y el bucle de tipo de bomba de calor reversible retira las calorías en una unidad exterior.

- 5 Según otra configuración, denominada de climatización, la caldera termodinámica retira calorías en el circuito 30 de calefacción, y entrega estas calorías o bien en el circuito de agua caliente sanitaria ACS o bien en la unidad exterior (modo verano); por tanto la caldera puede proporcionar una función de climatización y además el agua caliente sanitaria gratuita energéticamente.

## 10 Descripción de las figuras

Otros aspectos, objetivos y ventajas de la invención aparecerán de la lectura de la descripción siguiente de un modo de realización de la invención, dado a título de ejemplo no limitativo. La invención se comprenderá del mismo modo mejor a la vista de los dibujos adjuntos en los cuales:

- 15 - la figura 1 representa esquemáticamente un sistema de calefacción que comprende una caldera según la invención,  
 - la figura 2 representa un sistema análogo a la figura 1, comprendiendo la caldera un compresor térmico,  
 - la figura 3 representa un sistema análogo a la figura 2 en el cual la asistencia es entregada directamente en la  
 20 parte caliente del compresor térmico,  
 - la figura 4 representa esquemáticamente una fase del compresor térmico,  
 - la figura 5 ilustra un diagrama de potencia frente a temperatura,  
 - la figura 6 representa más en detalle una fase del compresor térmico,  
 - la figura 7 ilustra el ciclo termodinámico,  
 25 - la figura 8 ilustra la configuración de tres fases del compresor térmico,  
 - la figura 9 representa de forma esquemática un diagrama del sistema de regulación,  
 - la figura 10 ilustra la reversibilidad del bucle de bomba de calor.

En las diferentes figuras, las mismas referencias designan elementos idénticos o similares.

## 30 Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra una vista de conjunto de un sistema de calefacción normalmente previsto para calentar un local industrial, una habitación individual o colectiva. El sistema de calefacción comprende una caldera 10 que se  
 35 describirá a continuación.

El sistema comprende un circuito de calefacción referido como 30; como se indicó al inicio, el término “circuito de calefacción” no impide que este circuito retire calorías, sin embargo en el primer ejemplo tal como el ilustrado, el  
 40 circuito de calefacción comprende entidades 3 receptoras de calorías en forma de radiadores/con vectores 3 y/o de un suelo radiante, situados en las habitaciones del local a calentar.

Puede haber varias entidades receptoras de calorías, por ejemplo una de baja temperatura (suelo radiante) y otra de una temperatura más alta (con vectores, agua caliente sanitaria). Un circulador M3 hace circular el agua en el  
 45 circuito 30 de calefacción.

También se puede tratar el caso en el que una entidad receptora de calorías es una piscina o un invernadero. Del mismo modo, el sistema de calefacción puede utilizarse en un contexto industrial con la entidad receptora de calorías en forma de un equipo de procedimiento industrial.

50 Se prevé una producción de agua caliente sanitaria (“ACS”) con un depósito 16 de reserva de agua caliente sanitaria como se conoce en sí mismo y por tanto no se describe en detalle en este caso. El agua de este depósito de reserva se calienta mediante una circulación del fluido 36 durante su paso en el intercambiador 15 de ACS.

De forma ventajosa, en el ámbito de la presente invención, el volumen del depósito 16 de reserva puede ser muy  
 55 reducido por ejemplo 5 litros, en general inferior a 10 litros.

En este intercambiador 15 de ACS circula una rama 33 de derivación del circuito 30 de calefacción. Esta rama de derivación retira calorías en un intercambiador de alta temperatura (AT) referido como 50 y las transmite al agua  
 60 caliente sanitaria a través del intercambiador 15 de ACS.

El caudal de fluido que circula en la rama 33 de derivación se puede controlar por una válvula 78 de regulación de ACS conocida en sí misma. Este caudal se determina en proporción de las necesidades del sistema de regulación  
 del depósito de reserva de agua caliente sanitaria.

65 La caldera 10 comprende un compresor M1 que constituye el componente motor de un circuito de bomba de calor. En el ejemplo ilustrado, sólo la unidad exterior referida como 4 se dispone en el interior del local (edificio, habitación,

etc.) el resto de los componentes principales se dispone en el interior del local, incluso en la carcasa de la caldera 10.

Se observa que en las figuras, las tuberías son representadas de forma simbólica.

El dispositivo de bomba de calor comprende por un lado un circuito 34 de agua glicolada que circula en la unidad 4 exterior y un circuito 31 de fluido de trabajo el cual pasa a través del compresor M1. En el ejemplo ilustrado, el fluido de trabajo es R744 dicho de otra manera CO<sub>2</sub>, pero se podría elegir otro fluido con propiedades similares. Con el fin de distinguirse de otros fluidos, se denominará a continuación el fluido de trabajo del circuito 31 de fluido "compresible" (también denominado en la técnica fluido "refrigerante". Esto por oposición al fluido que circula hacia el exterior en la unidad exterior (circuito 34) que es principalmente a base de agua (agua glicolada) y también por oposición al fluido que circula en el circuito 30 de calefacción ya mencionado que es del mismo modo principalmente a base de agua, por tanto no compresible.

Los diferentes fluidos utilizados en los circuitos 30, 31, 34 son fluidos portadores de calor, sean compresibles o no, los mismos permiten transferir calorías principalmente desde la unidad 4 exterior hacia las entidades 3 receptoras, pero también desde el calentador 11 hacia las entidades 3 receptoras.

El modo de climatización, también posible, se describirá posteriormente.

Hace falta observar que la unidad 4 exterior puede ser una unidad aerotérmica o geotérmica.

Se señala que la captación de calorías exteriores por el efecto de bomba de calor implica dos circuitos de fluido en serie que son interconectados por el intercambiador 6 denominado intercambiador 6 de interfaz, intercambiador con preferencia de flujos cruzados. El circuito 34 de agua glicolada comprende un circulador M4, recupera las calorías en la unidad 4 exterior y entrega estas calorías al intercambiador 6 de interfaz. Se señala que el conjunto del circuito 31 del fluido compresible, es decir el del CO<sub>2</sub>, se encuentra confinado en el interior de la caldera 10 la cual se prepara en la planta de fabricación; sólo el circuito 34 de agua glicolada debe instalarse por un profesional en la instalación de destino.

Además, el dispositivo de bomba de calor comprende una válvula 7 reductora de presión, conocida en sí misma, que juega el papel inverso al compresor para la presión y un intercambiador 5 que acopla térmicamente el circuito 31 del fluido compresible a la salida del compresor con el circuito 30 de calefacción.

El intercambiador 5 comprende en este caso dos intercambiadores dispuestos en serie en el circuito 31 de CO<sub>2</sub>: el intercambiador 50 denominado "de alta temperatura AT" en el cual circula la derivación 33 configurada para recalentar el agua caliente sanitaria y el intercambiador 51 denominado "de baja temperatura BT" que forma la conexión principal del circuito 31 de CO<sub>2</sub> con el circuito 30 de calefacción.

El intercambiador 5 principal podrá también formar un solo intercambiador con una primera porción conectada al circuito 33 de agua caliente sanitaria y una segunda porción conectada al circuito 30 de calefacción.

El circuito 31 de fluido compresible contiene fluido en forma difásica que recupera calorías en el intercambiador 6 de interfaz (lado denominado "evaporador" en el que el fluido difásico pasa del estado líquido al estado vapor" y entrega estas calorías en el intercambiador 5 principal (lado denominado "condensador" en el que el fluido difásico se enfría). El fluido compresible se enfría en el intercambiador 5, pero permanece esencialmente en fase de vapor; es al sufrir una expansión a nivel de la válvula 7 reductora de presión cuando pasa esencialmente a la fase líquida.

En la configuración de la figura 1, el compresor M1 puede ser un compresor de motor eléctrico; en este caso, se prevé aguas abajo del compresor un quemador 11 de asistencia que va a entregar calorías directamente al fluido compresible, aguas abajo del compresor, con una potencia modulada en adecuación con la demanda de energía en el circuito de calefacción y/o en el circuito de agua caliente sanitaria.

Se señala que las calorías de apoyo se entregan en el fluido compresible y no en un intercambiador directamente conectado al circuito de calefacción.

En la configuración de la figura 2, el compresor M1 puede ser un compresor de tipo movido por un motor de gas. El motor de gas utiliza un quemador 11a de apoyo. El motor de gas acciona dicho compresor M1 y otro quemador 11b forma la asistencia calorífica en el circuito de fluido compresible como en el caso anterior, es decir aguas abajo del compresor M1.

En la configuración de la figura 3, el compresor M1 es un compresor térmico, es decir utiliza una energía calorífica como fuente caliente y una fuente fría para accionar un pistón cuyo movimiento alternativo y la utilización de válvulas de clapeta antirretorno forman el compresor. Un ejemplo de este tipo de compresor térmico se enseña con detalle en el documento WO2014202885 y en la figura 6 del presente documento.

En la configuración de la figura 3, solamente hay un solo y único quemador 11 que forma a la vez la fuente caliente del compresor M1 térmico y la asistencia calorífica, ya que en efecto de forma ventajosa, a la salida de la fase de compresión, el fluido compresible R744 se dirige hacia el entorno del quemador del compresor y circula en el mismo para retirar calorías del quemador (sin compresión complementaria en este lugar). En las figuras 3, 4, 6, 8, este

circuito de circulación en la sección caliente del compresor es referido como 38. También se denomina a continuación en este documento "circuito de sobrecalentamiento" 38. El circuito 38 de sobrecalentamiento comprende una primera porción también denominada porción 38a aguas arriba y una segunda porción también denominada porción 38b aguas abajo.

Se señala que la circulación en la sección caliente del compresor está condicionada por una válvula 75 de regulación de asistencia que presenta una velocidad de apertura cualquiera entre dos posiciones, una primera posición extrema en la cual todo el CO<sub>2</sub> se dirige hacia la sección caliente del compresor (caso de necesidad de asistencia) y una segunda posición extrema (todo cerrado) en la cual todo el CO<sub>2</sub> se dirige directamente hacia el intercambiador 5 principal con el circuito de calefacción, sin volver a pasar por la sección caliente del compresor.

Se señala que cuando el compresor M1 funciona y la válvula 75 de selección está en la posición todo cerrado, se encuentra que el fluido de trabajo se estanca en el circuito 38 de sobrecalentamiento, en el lugar desde el cual su temperatura aumenta hasta una temperatura vecina a la temperatura del quemador, es decir típicamente entre 600 °C y 700 °C (véase más abajo). Sin embargo, debido a las propiedades físicas del fluido elegido, es decir el CO<sub>2</sub>, no ha y riesgo de una fuerte sobrepresión ni tampoco de explosión.

Cuando el compresor funciona y la válvula de selección está en la primera posición, en la parte 38b aguas abajo del circuito de recirculación, la temperatura del fluido compresible de CO<sub>2</sub> está comprendida entre 100 °C 300 °C y ello según la potencia de asistencia proporcionada al quemador.

En la configuración de la figura 3, la potencia entregada al quemador 11 único puede modularse entre 0 y 20 kW. Cuando el compresor funciona sin asistencia necesaria, la potencia entregada se encuentra particularmente entre 3 y 6 kW. Cuando la asistencia es necesaria, el compresor funciona (que representa de 3 a 6 kW) y el resto de la potencia (que representa de 2 a 15 kW) se aporta desde el quemador directamente al fluido de trabajo que circula en el circuito 38 de sobrecalentamiento.

El equilibrio de potencias puestas en juego se ilustra en la figura 5. La curva referida como 55 "potencia disponible sin asistencia" representa la suma de la potencia proporcionada por el compresor y de la retirada gratuita de energía en el entorno exterior. Las curvas 56a 56b 56c representan la necesidad de calefacción de tres tipos de habitación en un régimen estable.

La necesidad de asistencia se hace sentir cuando la temperatura exterior está en la zona inferior a un umbral alrededor de -5° a 0 °C.

Además, este diagrama no representa las necesidades de pico, tales como la producción de agua caliente sanitaria que depende del número de personas que utilizan los equipos de ducha, lavabo, cocina, etc. Este diagrama tampoco representa la necesidad de pico de volver a atemperar una habitación ocupada ocasionalmente.

En la configuración de las figuras 2 y 3, se señala que el retorno del circuito 30 de calefacción pasa en primer lugar a través del intercambiador 5, 51 principal y después se dirige hacia la zona fría del compresor en el lugar en el cual el fluido del circuito de calefacción enfría el compresor M1.

Se puede prever, en todas las configuraciones que el circuito de salida de gases quemados (denominado 32) del quemador 11 pasa al interior del intercambiador 21 conectado con el circuito de calefacción, en el lugar en el cual los humos (que provienen de la combustión) ceden sus calorías al fluido del circuito 30 principal de calefacción.

Por otro lado, se puede prever, en todas las configuraciones, un intercambiador de precalentamiento de admisión de aire, referido como 9, por el cual se aprovechan las calorías presentes en la salida del gas que salen del quemador 11 para precalentar el aire 35 fresco admitido hacia la llama del quemador. El intercambiador 9 de precalentamiento en este caso es un intercambiador aire/aire, conocido en sí mismo, utilizado en flujos cruzados en el ejemplo ilustrado.

El aire que llega en el inyector del quemador 11 se encuentra por tanto a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.

La cantidad de gas introducida y quemada por el quemador 11 es controlada por una unidad 1 de regulación (véase la figura 9) que contiene al menos un bucle de regulación para mantener la temperatura de la parte caliente del compresor M1 a una temperatura de destino (normalmente entre 600 °C y 700 °C). La unidad 1 de regulación controla no solamente la cantidad de gas entregada al quemador 11 (con el control de la riqueza) sino también la válvula 78 de regulación de ACS y también en caso necesario la velocidad de rotación del motor 17 de regulación que se analizará a continuación. Además, para gestionar la necesidad de asistencia de calefacción, la unidad de

regulación controla del mismo modo la posición de la válvula 75 de selección que activa o no el circuito 38 de sobrecalentamiento.

5 De forma más precisa, se prevé un sensor 61 de temperatura que capta la temperatura del cárter 110 que contiene el quemador del compresor (véase la figura 6). La unidad de regulación puede también recibir diversas informaciones de temperatura y de caudal 62, 63 que provienen del circuito de agua caliente sanitaria, del termostato general de regulación de calefacción en la habitación sobre la cual el usuario indica la temperatura 66 de consigna, etc.

10 La regulación hace intervenir, según las configuraciones y las temperaturas actuales, decisiones todo o nada (ciclo ON/OFF) y/o regulaciones en continuo sobre el caudal en el quemador, sobre la válvula 75 de regulación de asistencia, sobre la válvula 78 de regulación de ACS.

15 De forma más precisa, en lo que se refiere a la constitución del compresor M1, con referencia a la figura 6, se trata de un compresor térmico denominado "regenerativo" con una zona de aporte de calorías (zona caliente) y una zona de enfriamiento (zona fría), un recinto 8 cerrado que comunica con el exterior gracias a 2 válvulas de clapeta antirretorno, es decir una válvula 41 de clapeta de entrada (admisión) y una válvula 42 de clapeta de salida (retorno).

20 En el ejemplo de las figuras 4 y 6, sólo hay una única fase de compresión, denominada U1, mientras que en el ejemplo de la figura 8, se trata de una configuración de tres fases de compresión dicho de otra manera de tres unidades U1, U2, U3 de compresión.

25 En el recinto 8 cerrado, el fluido compresible ocupa un volumen casi constante y un pistón 71 desplazador está configurado en el mismo para desplazarse de forma alternativa de arriba abajo en el ejemplo ilustrado con el fin de desplazar la parte esencial del volumen de fluido compresible hacia la zona caliente o hacia la zona fría. El pistón está conectado a un sistema de biela y de cigüeñal de accionamiento en un sistema de autoaccionamiento que se verá posteriormente.

30 Como se representa en la figura 6, el compresor es diseñado alrededor de una dirección equis axial que con preferencia se dispone verticalmente pero no se excluye otra disposición. Según este eje se puede desplazar el pistón 71 montado móvil en una camisa 90 cilíndrica. Dicho pistón se para la primera cámara 81 y la segunda cámara 82, estas dos cámaras que están incluidas en el recinto ocho de trabajo con la suma de sus volúmenes V1+V2 sensiblemente constante. El pistón 71 presenta una porción superior en forma de cúpula por ejemplo hemisférica.

35 El recinto 8 de trabajo está contenido estructuralmente en un montaje formado por un cárter 96 caliente y una culata 95 fría con la interposición de un anillo 97 aislante térmico.

40 La primera cámara 81 denominada también "cámara caliente" se dispone por encima del pistón y se conecta térmicamente a una fuente 11 caliente (un quemador 11 de combustible) que aporta calorías directamente al fluido gaseoso. La primera cámara es de revolución con una porción cilíndrica de diámetro correspondiente al diámetro D1 del pistón y una porción hemisférica en la parte superior, que comprende una abertura 83 central para la entrada y la salida del fluido compresible. La fuente 11 caliente forma un casquete 110 dispuesto alrededor de la cámara 81 caliente con un inyector de quemador en el centro.

45 La segunda cámara 82, denominada también "cámara fría" se dispone por debajo del pistón y se conecta térmicamente a una fuente fría (en este caso el retorno de circuito 91 de calefacción) para por tanto transferir calorías del fluido compresible hacia el circuito de calefacción. La segunda cámara es cilíndrica, de diámetro D1 y comprende varias aberturas 84 dispuestas en círculo alrededor del eje, por debajo del pistón, para la entrada y la salida del fluido compresible.

50 Alrededor de la pared de la camisa 90 cilíndrica se dispone un intercambiador 19 de regenerador del tipo de los utilizados de forma clásica en las máquinas termodinámicas de tipo de máquina de Stirling. Este intercambiador 19 (que denominaremos también de forma simple "regenerador" a continuación) comprende canales de fluidos de sección reducida y elementos de almacenamiento de energía térmica y/o una red tupida de hilos metálicos. Este regenerador 19 se dispone a una altura intermedia entre el extremo superior y el extremo inferior del recinto y presenta un lado 19a caliente hacia arriba y un lado 19b frío hacia abajo.

60 En el interior del regenerador, se constata entre el lado caliente y el lado frío, un gradiente de temperatura importante, teniendo el lado caliente una temperatura próxima a la temperatura del casquete del quemador es decir 700 °C, teniendo el lado frío una temperatura próxima a la temperatura del circuito de calefacción es decir una temperatura comprendida entre 30 °C y 70 °C según la o las entidad(es) presente(s) en el circuito de calefacción.

65 Un espacio 24 anular de circulación dispuesto contra la superficie interna del cárter 96 caliente conecta la abertura 83 de la primera cámara hasta el lado 19a caliente del regenerador.

Los canales 25 en la culata 95 conectan las aberturas 84 de la segunda cámara hasta el lado 19b frío del regenerador.

5 Por tanto, cuando el pistón asciende, el gas compresible es expulsado de la primera cámara 81 por el espacio 24, el regenerador 19 y los canales 25 en dirección de la segunda cámara 82 fría. A la inversa, cuando el pistón desciende, el gas compresible es expulsado de la segunda cámara 82 fría por los canales 25, el regenerador 19 y el espacio 24 de circulación, en dirección de la primera cámara 81.

10 El funcionamiento del compresor se asegura por el movimiento alternativo del pistón 71 entre el punto muerto bajo PMB y el punto alto PMA, así como por la acción de una válvula 41 de clapeta de aspiración en la entrada, de una válvula 42 de clapeta antirretorno de retorno en la salida. Las diferentes etapas A, B, C, D descritas a continuación son representadas en las figuras 6 y 7.

15 Etapa A.

El pistón, inicialmente arriba, se desplaza hacia abajo y el volumen de la primera cámara 81 aumenta mientras que el volumen de la segunda cámara 82 disminuye. Debido a ello, el fluido se empuja a través del regenerador 19 de abajo hacia arriba y se recalienta durante el paso. La presión  $P_w$  aumenta de manera simultánea.

20 Etapa B.

25 Cuando la presión  $P_w$  sobrepasa un cierto valor, la válvula 42 de clapeta de salida se abre y la presión  $P_w$  se establece a la presión  $P_2$  de salida del fluido comprimido y el fluido es expulsado hacia la salida (la válvula 41 de clapeta de entrada permanece por supuesto cerrada durante este tiempo). Esto continúa hasta el punto muerto bajo del pistón.

Etapa C.

30 El pistón se desplaza ahora de abajo hacia arriba y el volumen de la segunda cámara aumenta mientras que el primer volumen de la cámara disminuye. Debido a ello, el fluido es empujado a través del regenerador 19 de arriba hacia abajo y se enfría durante el paso. La presión  $P_w$  disminuye de manera simultánea. La válvula 42 de clapeta de salida se cierra al principio de la subida.

35 Etapa D.

40 Cuando la presión  $P_w$  pasa por debajo de un cierto valor, la válvula 41 de clapeta de entrada se abre y la presión  $P_w$  se establece a la presión  $P_1$  de entrada de fluido y el fluido es aspirado por la entrada (la válvula 42 de clapeta de salida permanece por supuesto cerrada durante este tiempo). Esto continúa hasta el punto muerto alto del pistón. La válvula 41 de clapeta de entrada se cerrará desde el inicio de la bajada del pistón.

45 Los movimientos del vástago 18 son controlados por un dispositivo 14 de autoaccionamiento que actúa sobre un extremo del vástago. Ese dispositivo de auto accionamiento comprende un volante 142 de inercia montado en rotación alrededor de un eje Y1, una biela 141 conectada a dicho volante por una conexión de pivote, por ejemplo un cojinete 143 de rodamientos. La biela 141 está conectada al vástago por otra conexión de pivote, por ejemplo, un cojinete 144 de rodamientos.

50 La cámara 88 auxiliar se llena de fluido gaseoso de trabajo a una presión denominada  $P_a$ . Cuando el dispositivo está en funcionamiento, la presión  $P_a$  en la cámara 88 auxiliar converge hacia una presión media sensiblemente igual a la semisuma de las presiones mini  $P_1$  y maxi  $P_2$ . De hecho, debido al juego funcional reducido entre el anillo 118 y el vástago 18, en régimen dinámico, esta pequeña fuga no afecta el funcionamiento y permanece insignificante.

55 Cuando el volante gira una vuelta, el pistón barre un volumen correspondiente a la distancia entre el punto muerto y el punto muerto bajo, multiplicado por el diámetro  $D_I$ .

El ciclo termodinámico, tal como se representa en la figura 7 proporciona un trabajo positivo al dispositivo de autoaccionamiento.

60 Sin embargo por un lado para la puesta en marcha inicial y para necesidades de regulación de velocidad de rotación, se prevé un motor 17 acoplado al volante 142 de inercia.

Este motor puede estar alojado de forma ventajosa en una cámara 88 auxiliar o en el exterior con un acoplamiento magnético en la pared.

65 El motor 17 está controlado por una unidad de regulación, no representada en las figuras; el control del motor permite acelerar o ralentizar la velocidad de rotación del volante de inercia, estando los flujos térmicos



intercambiados relacionados de forma casi proporcional con la velocidad de rotación del volante de inercia. Gracias al motor 17, la unidad de regulación puede ajustar la velocidad de rotación entre normalmente 100 v/m y 500 v/m, de forma preferible en el rango [200-300 v/m].

5 Se observa del mismo modo que el motor 17 sirve para poner en marcha el dispositivo 14 de autoaccionamiento.

Se señala que el pistón 71 no es un pistón receptor de potencia (a la inversa de un motor de combustión interna o de un motor de Stirling clásico) sino simplemente un pistón desplazador; la potencia es proporcionada en forma de un aumento de presión de gas de trabajo.

10 Se observa que  $V1 + V2 + V_{\text{canal}} = V_{\text{total}}$  si se abstraen las relaciones de las variaciones de volumen del vástago 18, siendo V1 el volumen de la primera cámara, siendo V2 el volumen de la segunda cámara y siendo Vcanal el volumen de las canalizaciones 24, 25. Con preferencia, se haya la forma de tener un volumen muerto lo más reducido posible con canalizaciones de pequeña sección, por ejemplo se obtendrá  $V_{\text{canal}} < 10\%$  de  $V1+V2$ .

15 Se ilustra en la figura 8 una característica complementaria, es decir una configuración de tres fases de compresión dicho de otra manera de tres unidades U1, U2, U3 de compresión.

20 La segunda fase U2 y la tercera fase U3 son similares o análogas en cualquier punto a la primera fase U1; cada una comprende un quemador 12, 13 en el lugar del cual se produce la combustión de gas mezclado con el aire admitido y un pistón 72, 73 desplazador análogos a los de la primera fase y por tanto el movimiento y la velocidad de rotación son independientes de la primera.

25 De forma ventajosa, las fases funcionan de manera independiente, la velocidad de rotación puede ser diferente de una fase a otra.

Se señala que el circuito de calefacción enfría las tres zonas frías de los compresores, por los canales 93, 92 y 91 sucesivos.

30 La salida de la primera fase es decir la válvula 42 de clapeta se conecta a la entrada de la segunda fase, es decir la válvula 43 de clapeta. La salida de la segunda fase es decir la válvula 44 se conecta a la entrada de la tercera fase es decir la válvula 45 de clapeta. La salida de la válvula 46 de clapeta forma la salida general del compresor 1.

35 El escalonamiento de las presiones puede ser típicamente el siguiente, la presión de admisión de la primera fase U1 es del orden de 20 bar, la presión de retorno de la primera fase (admisión de segunda fase) es del orden de 40 bar; la presión de retorno de la segunda fase U2 (admisión de tercera fase) es del orden de 60 bar, la salida de la tercera fase U3 puede ser del orden de 80 bar.

40 Se puede prever que las tres zonas frías de las tres fases U1 U2 U3 formen una sola pieza denominada culata fría.

Por supuesto, también se puede tener una configuración de dos fases U1 U2.

45 Además, es posible prever una configuración en la cual dos fases (o más) se dispongan en paralelo, siendo las fases similares a las descritas anteriormente.

De una manera general, se señala que el combustible utilizado en el quemador puede ser gas natural, o biogás de origen vegetal o animal, o componentes de hidrocarburos ligeros de desechos de procesos industriales petroleros.

50 Aparte del caso del agua caliente sanitaria, existe una necesidad de potencia importante en el caso de una residencia secundaria que debe ser atemperada en el momento de la llegada de los ocupantes ocasionales. La configuración presentada permite entregar más de 20 kW durante un tiempo relativamente largo para el atemperado del alojamiento.

55 Como se ilustra en la figura 10, el compresor 1 térmico descrito anteriormente puede utilizarse en el contexto de los esquemas de las figuras 1 a 3, por supuesto en un modo de calefacción, pero también mediante su reversibilidad en un sistema de climatización.

60 En este caso, en este modo de climatización, se van a retirar calorías del circuito 30 de calefacción (por ejemplo a nivel de un suelo radiante) y las calorías retiradas se van a dirigir o bien hacia el circuito 15, 16 de agua caliente sanitaria o bien hacia la unidad 4 exterior.

Este resultado se puede obtener invirtiendo el papel de los intercambiadores 5', 6' de evaporación y de condensación en el bucle 31 de gas compresible.

65 Por razones de claridad, la válvula 77 de cuatro vías que permite invertir los sentidos de circulación del fluido no ha sido representada en las figuras 1 a 3, pero el principio se representa en la figura 10 en la que la válvula 77 de

cuatro vías presenta una posición normal denominada de modo de calefacción y una posición especial (invertida) denominada de modo de climatización, que invierte los papeles de los intercambiadores referidos como 5' y 6' como se conoce en sí mismo.

- 5 En el sistema de caldera, por razones de claridad, ciertos componentes no han sido representados aunque pueden estar del mismo modo presentes. Se trata en especial de:
- los vasos de expansión en los circuitos 34, 30 de agua
  - los grifos de llenado y de purgado del circuito de calefacción
- 10 - los grifos de llenado y de purgado del circuito de CO<sub>2</sub>
- diversos manómetros y sensores de temperatura necesarios para el control del sistema por la unidad de regulación

#### Resumen de los circuitos

- 15 30: circuito de calefacción  
31: fluido compresible de CO<sub>2</sub>  
32: humos de combustión  
33: derivación para ACS  
34: agua glicolada (intercambio con el exterior)
- 20 35: aire admitido recalentado  
36: circuito específico de ACS

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de calefacción que comprende un circuito (30) de calefacción y una caldera termodinámica configurada para al menos entregar calorías en dicho al menos un circuito (30) de calefacción, la caldera que comprende al menos un compresor (M1) que tiene la función de compresión de un bucle (31, 34) de tipo de bomba de calor que utiliza un fluido refrigerante, la caldera que comprende además un quemador (11) de combustible que entrega calorías al menos en el fluido refrigerante, caracterizado por que el quemador de combustible entrega las calorías en el fluido refrigerante, aguas abajo del compresor.
2. Sistema de calefacción según la reivindicación 1, en el cual el fluido refrigerante es un fluido compresible de tipo R744 (CO2).
3. Sistema de calefacción según una de las reivindicaciones 1 a 2, en el cual el compresor es un compresor térmico que comprende al menos una fase de compresión con pistón (71) con desplazamiento alternativo, formando el quemador (11, 11a) de combustible además una fuente caliente del compresor y formando el circuito de calefacción la fuente fría del compresor.
4. Sistema de calefacción según la reivindicación 3, que comprende un circuito (15, 16) de agua caliente sanitaria.
5. Sistema de calefacción según una de las reivindicaciones 3 a 4, en el cual el quemador (11) de compresor forma el único quemador de la caldera.
6. Sistema de calefacción según una de las reivindicaciones 3 a 5, que comprende un circuito (38) de sobrecalentamiento del fluido compresible en o en las inmediaciones del quemador y una válvula (75) de regulación de asistencia que permite hacer circular de forma selectiva el fluido compresible en dicho circuito de sobrecalentamiento.
7. Sistema de calefacción según una de las reivindicaciones 3 a 6, en el cual el quemador (11) del compresor permite entregar la totalidad de la potencia de la caldera.
8. Sistema de calefacción según una de las reivindicaciones 4 o una de las reivindicaciones 5 a 7 cuando dependen de la reivindicación 4, que comprende un intercambiador (5) que forma la interfaz térmica esencial entre el bucle (31) de tipo de bomba de calor y el circuito (30) de calefacción, comprendiendo el intercambiador (5) un intercambiador (50) de alta temperatura y un intercambiador (51) de baja temperatura, estando conectado el intercambiador de alta temperatura al circuito (15, 16) de agua caliente sanitaria.
9. Sistema de calefacción según una de las reivindicaciones 3 a 8, en el cual el bucle de tipo de bomba de calor comprende dos circuitos dispuestos en cascada, es decir un circuito (31, M1, 5, 7, 6) de trabajo de gas compresible R744 y un circuito (34, 4, 6) de agua glicolada.
10. Sistema de calefacción según una de las reivindicaciones 3 a 9, en el cual está prevista una unidad de modulación y un motor (17) para regular, es decir aumentar y/o disminuir la velocidad de rotación del compresor.
11. Sistema de calefacción según una de las reivindicaciones 3 a 10, en el cual el compresor comprende al menos dos fases de compresión en serie, es decir una primera fase (U1) de compresión y una segunda fase (U2) de compresión.
12. Sistema de calefacción según la reivindicación 11, en el cual el compresor comprende tres fases (U1, U2, U3).

FIG. 1

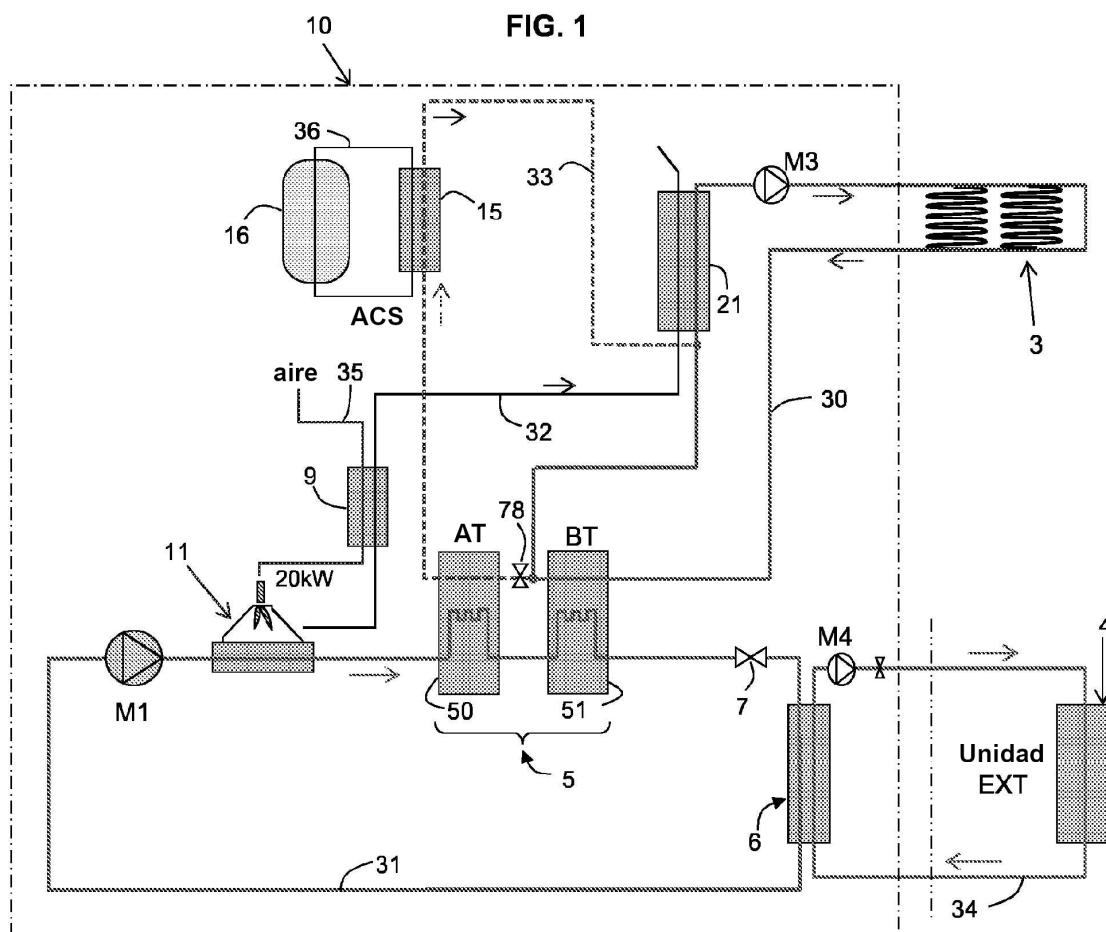


FIG. 2

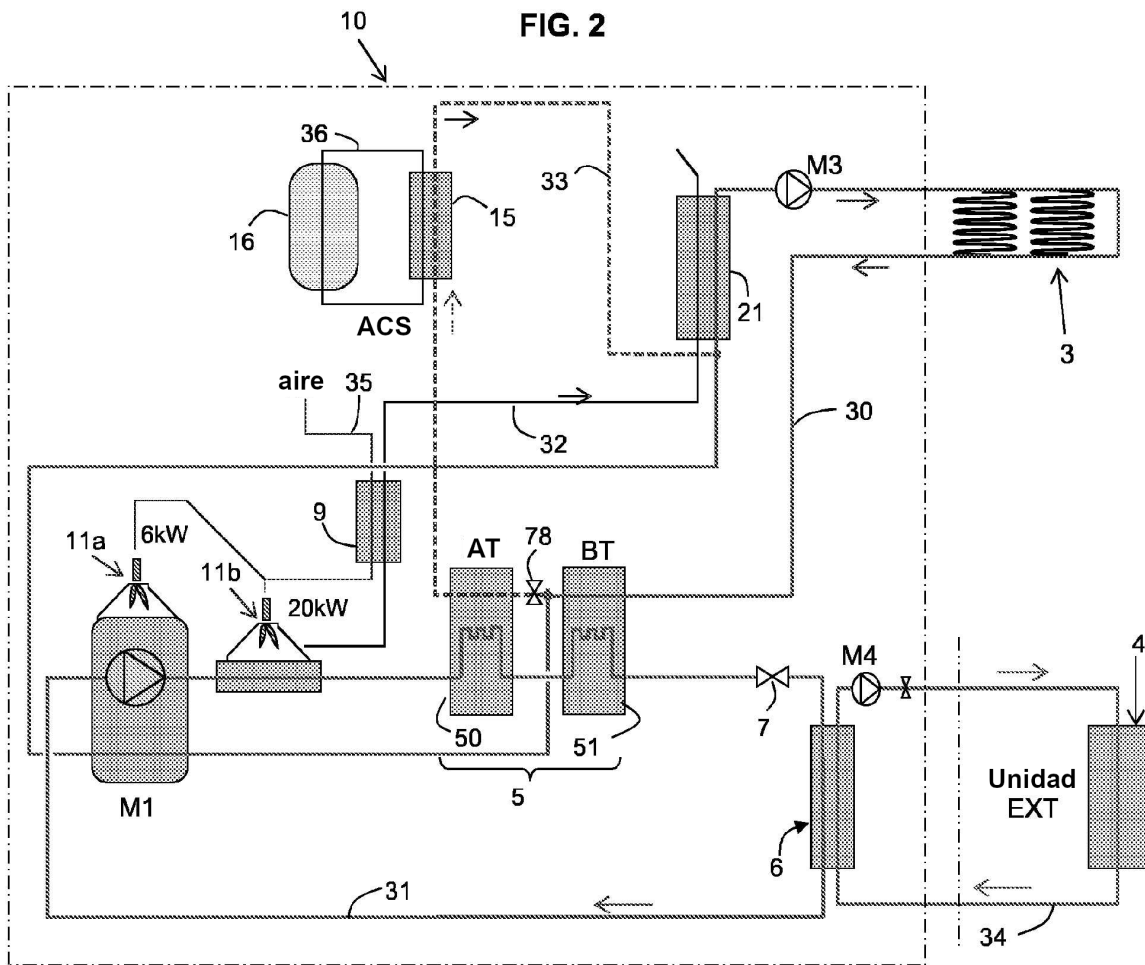
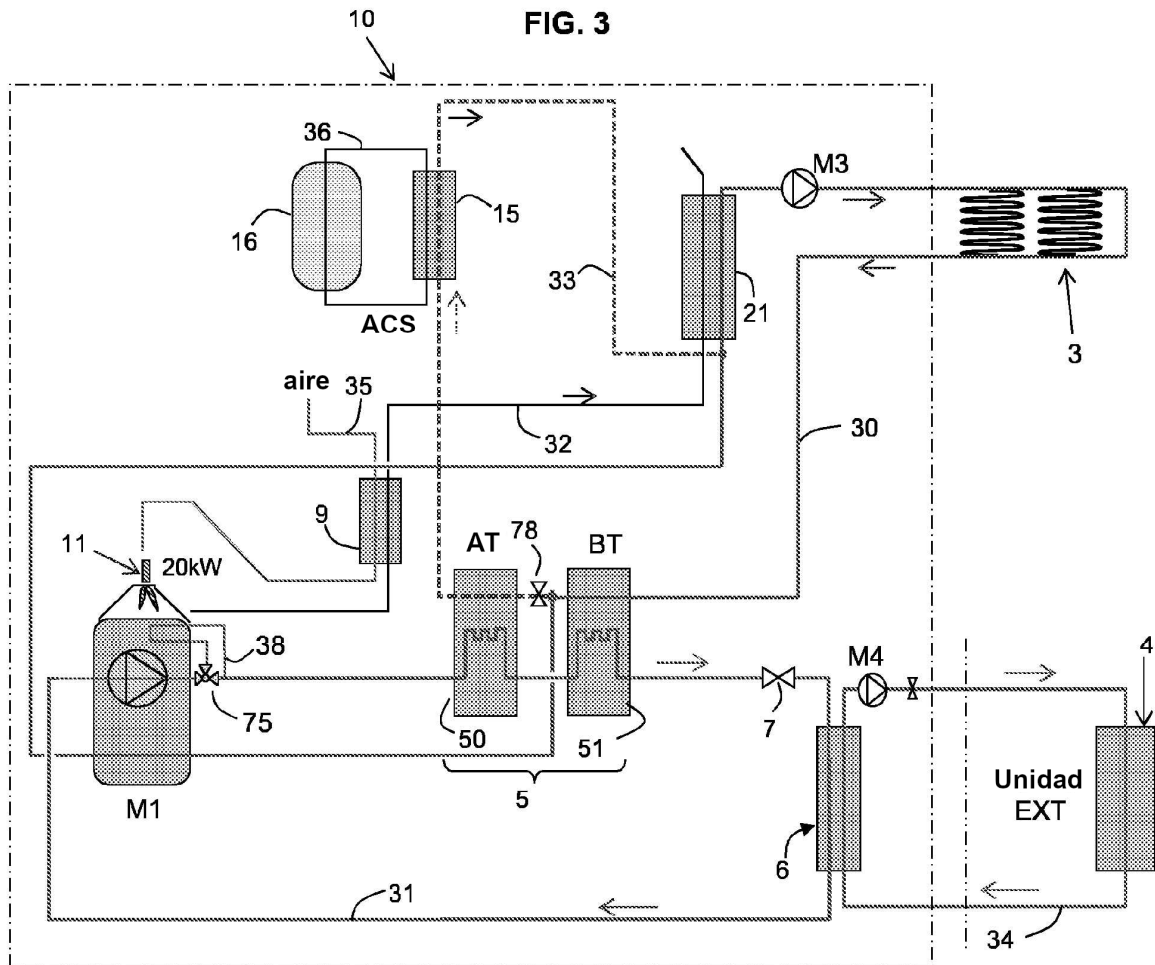


FIG. 3



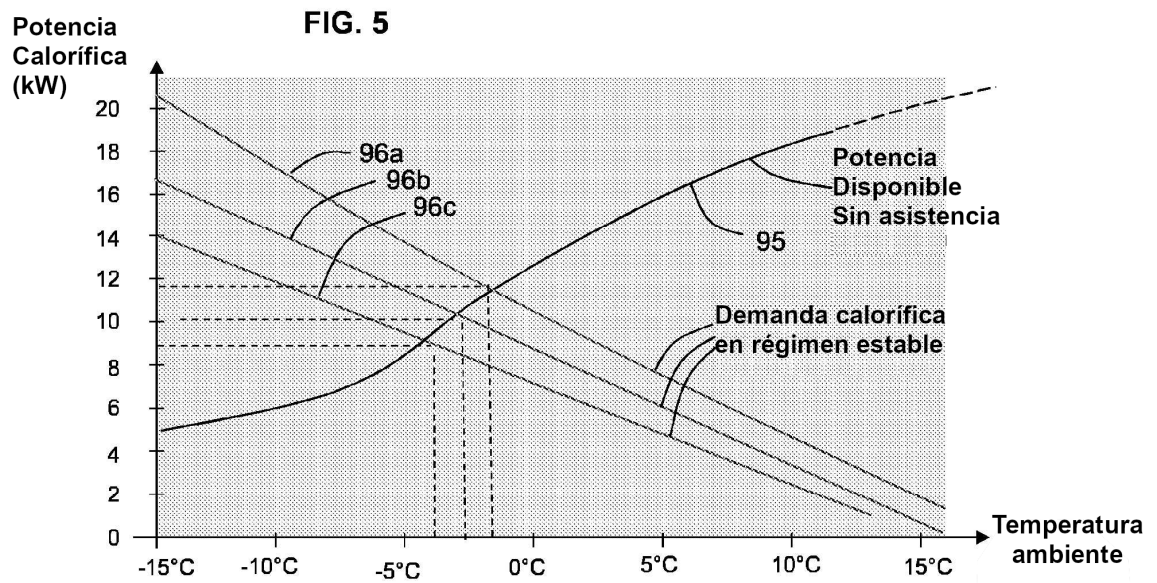
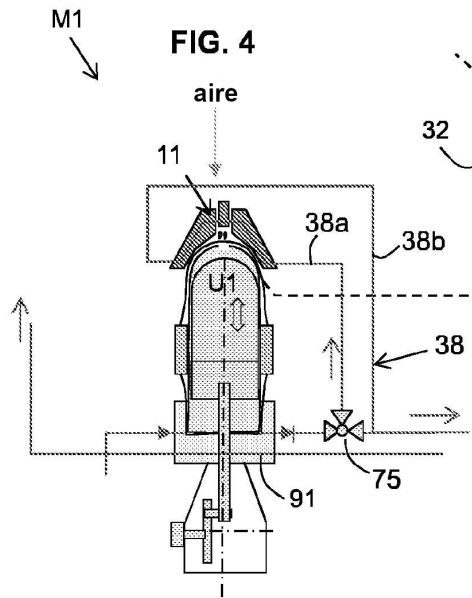


FIG. 6

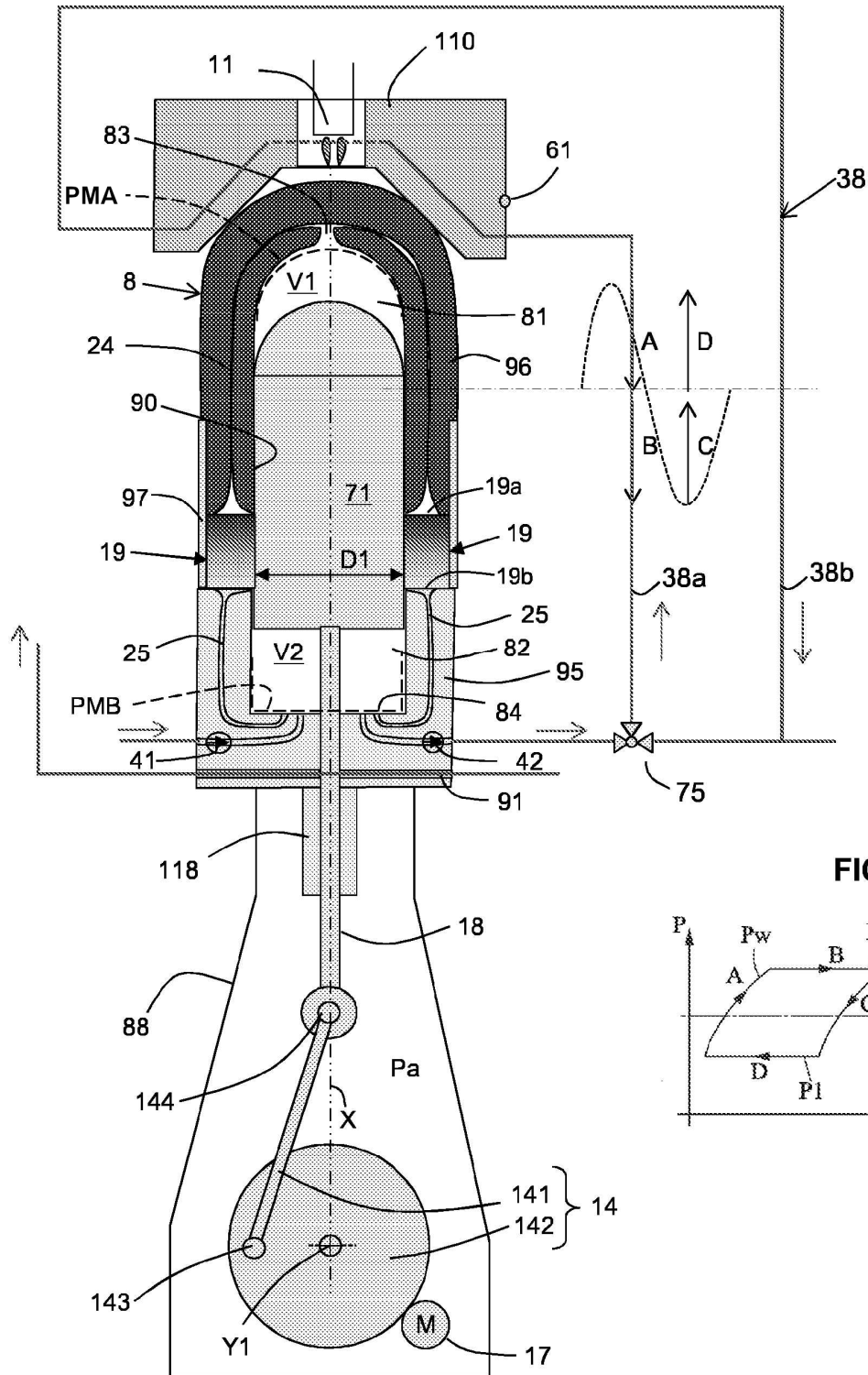
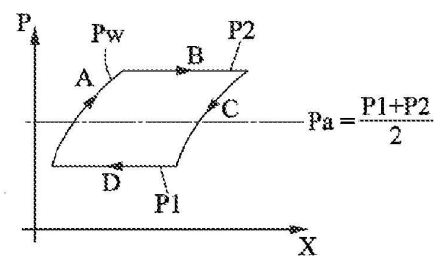
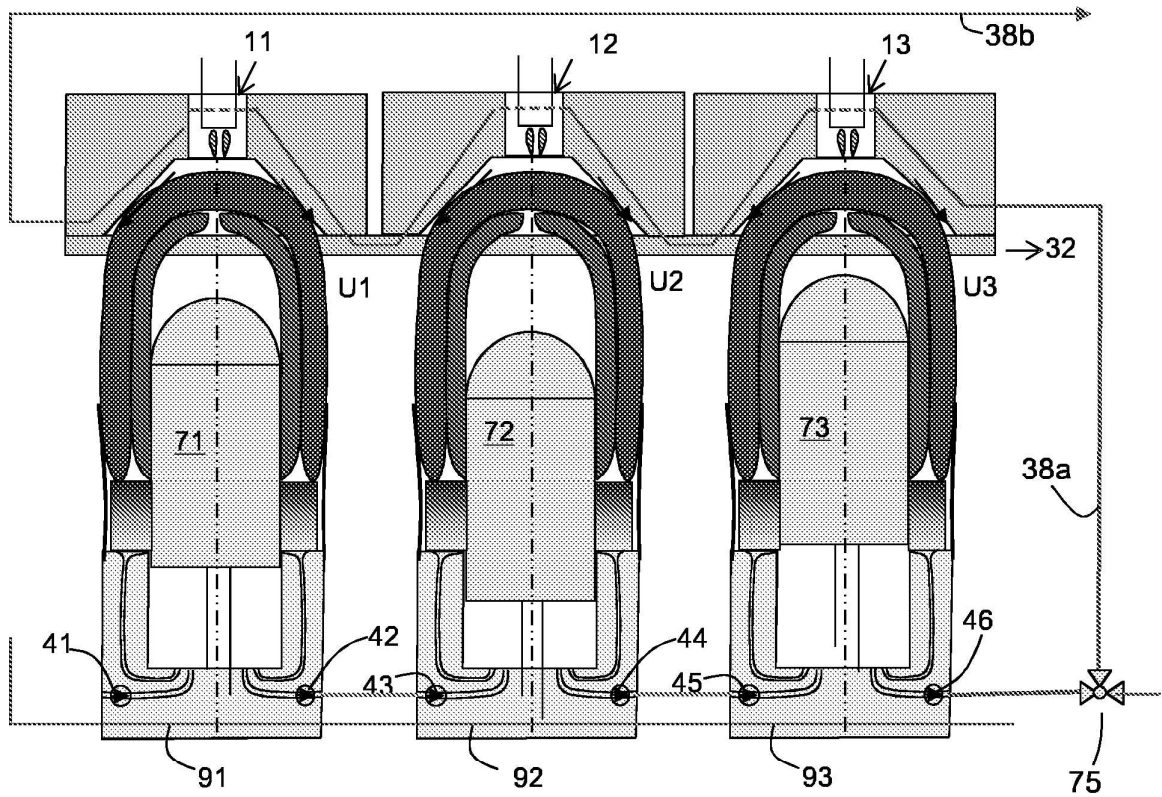


FIG. 7





**FIG. 8**



**FIG. 9**

