

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 680 043**

21 Número de solicitud: 201700181

51 Int. Cl.:

F01B 11/00 (2006.01)

F02G 1/04 (2006.01)

F02G 1/043 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

02.03.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

03.09.2018

Fecha de concesión:

14.06.2019

45 Fecha de publicación de la concesión:

21.06.2019

73 Titular/es:

**UNIVERSIDADE DA CORUÑA (100.0%)
OTRI - Edificio de Servicios Centrales de
Investigación, Campus de Elviña, s/n
15071 A Coruña (A Coruña) ES**

72 Inventor/es:

**FERREIRO GARCÍA , Ramón y
CARBIA CARRIL, José**

54 Título: **Máquina térmica alternativa regenerativa de doble efecto, de procesos cerrados y abiertos y su procedimiento de operación**

57 Resumen:

La invención denominada máquina térmica alternativa regenerativa de doble efecto, de procesos cerrados y abiertos y su procedimiento de operación, tiene por objetivo la conversión de energía térmica a mecánica y/o energía eléctrica vía energía mecánica y consiste en un ciclo térmico regenerativo, implementado sobre una máquina térmica alternativa de doble efecto regenerativa que opera con helio como fluido de trabajo entre dos fuentes de térmicas (la fuente caliente que cede calor al ciclo y la fuente fría que absorbe calor del ciclo).

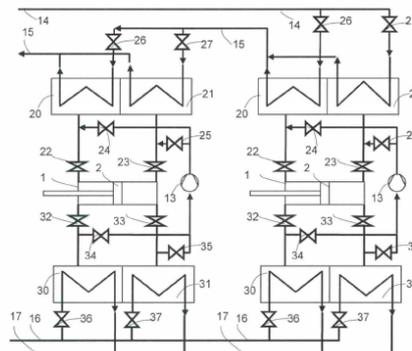


FIGURA 2

ES 2 680 043 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

DESCRIPCIÓN

MÁQUINA TÉRMICA ALTERNATIVA REGENERATIVA DE DOBLE EFECTO, DE PROCESOS CERRADOS Y ABIERTOS Y SU PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

5

La presente invención pertenece al campo técnico de la conversión de energía térmica a mecánica y/o energía eléctrica vía energía mecánica por medio de la combinación de dos ciclos térmicos.

10 OBJETIVO DE LA INVENCION

La invención denominada MÁQUINA TÉRMICA ALTERNATIVA REGENERATIVA DE DOBLE EFECTO, DE PROCESOS CERRADOS Y ABIERTOS Y SU PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN, tiene por objetivo la conversión de energía
15 térmica a mecánica y/o energía eléctrica vía energía mecánica por medio de un ciclo térmico regenerativo de doble efecto, implementado sobre una máquina térmica alternativa de doble efecto regenerativa que opera con helio entre dos fuentes de calor (fuente caliente que cede calor al ciclo y fuente fría que absorbe calor del ciclo) destinada a la conversión de energía térmica en trabajo mecánico y/o potencia
20 eléctrica.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las máquinas térmicas conocidas hasta la actualidad tienen en común la limitación de
25 la eficiencia térmica impuesta por el factor de Carnot. La máquina objeto del invento no obedece a las restricciones de Carnot como consecuencia del ciclo térmico propuesto en el invento. En consecuencia, en el estado actual de la tecnología no se conocen máquinas térmicas alternativas de doble efecto regenerativas de procesos abiertos y cerrados para la conversión de energía térmica a trabajo mecánico y/o potencia
30 eléctrica de las características de este invento.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El invento denominado MÁQUINA TÉRMICA ALTERNATIVA REGENERATIVA DE DOBLE EFECTO, DE PROCESOS CERRADOS Y ABIERTOS Y SU
5 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN, consta de un ciclo térmico no convencional implementado mediante una máquina térmica alternativa de doble efecto, regenerativa que opera con procesos cerrados y abiertos con un fluido térmico de trabajo (helio). Está constituida por un ciclo térmico no convencional implementado mediante una
10 máquina térmica alternativa de doble efecto, regenerativa que opera con procesos cerrados y abiertos utilizando un fluido térmico de trabajo (helio), la cual está dotada de dos focos térmicos (uno de alta temperatura para calentar el fluido térmico de trabajo que actúa de fuente de calor y otro de baja temperatura para enfriar el fluido térmico de trabajo que actúa de sumidero de calor),
donde ambos focos están constituidos por intercambiadores de calor,
15 y donde el foco caliente consiste en al menos dos intercambiadores de calor, que transfieren alternativamente calor desde un fluido de transferencia de calor (helio o hidrógeno) al fluido térmico de trabajo (helio) del ciclo térmico implementado por el cilindro termo-actuador,
y donde el calor para calentar el fluido de transferencia de calor procede de cualquier
20 fuente disponible de calor tal como fluido de trabajo del compresor, la energía nuclear, energía térmica de combustiones fósiles, calor de origen termosolar, geotérmica, residual de alta, media e incluso de baja temperatura,
y donde el foco frío o sumidero de calor consiste en al menos dos intercambiadores de calor, que transfieren alternativamente calor desde un fluido térmico de trabajo (helio)
25 del ciclo térmico implementado por el cilindro termo-actuador, al fluido de transferencia de calor (helio o hidrógeno), el cual es enfriado por medio de un refrigerante que puede ser aire o agua a temperatura ambiente, una máquina frigorífica de compresión de vapor, la evacuación de un turbo-expansor a temperatura sub-ambiental, o una torre de enfriamiento convencional por aire o agua, dotada de dos focos térmicos de
30 alta y baja temperatura formados por intercambiadores de calor), donde el foco caliente consiste en un intercambiador de calor que transfiere calor desde un fluido de transferencia de calor (helio o hidrógeno) al fluido térmico de trabajo (helio) del ciclo térmico implementado por el cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto y regenerativo, donde el calor procede de cualquier fuente disponible de calor tal como

fluido de trabajo del compresor, la energía nuclear, energía térmica de combustiones fósiles, termosolar, geotérmica, residual de alta, media e incluso de baja temperatura, y donde el foco frío o sumidero de calor consiste en un intercambiador de calor que transfiere calor desde el fluido térmico de trabajo (helio) del ciclo térmico
5 implementado por el cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto y regenerativo, a un fluido de transferencia de calor (helio o hidrógeno), el cual es enfriado por medio de un refrigerante que puede ser al aire o agua a temperatura ambiente, una máquina frigorífica de compresión de vapor, la evacuación de un turbo expansor a temperatura sub-ambiental, o una torre de enfriamiento convencional por aire o agua.

10

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

En esta sección se describen a modo ilustrativo y no limitativo, los componentes que constituyen la MÁQUINA TÉRMICA ALTERNATIVA REGENERATIVA DE DOBLE
15 EFECTO, DE PROCESOS CERRADOS Y ABIERTOS Y SU PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN para facilitar la comprensión de la invención, en donde se hace referencia a las siguientes figuras:

La figura 1 muestra la estructura de la máquina térmica alternativa regenerativa de doble efecto y de procesos cerrados y abiertos, cuyos componentes incluyen:

- 20 - conducto de descarga (14) del compresor (11) a los intercambiadores de calor de alta temperatura o fuente térmica del ciclo
- conducto de retorno (15) de los intercambiadores de calor de alta temperatura hacia el turbo-expansor (12)
- conducto de evacuación (16) desde el turbo-expansor (12) hacia los
- 25 intercambiadores de calor de baja temperatura o sumideros térmicos del ciclo térmico
- conducto de retorno (17) de los intercambiadores de calor de baja temperatura (sumideros) hacia el compresor (11)
- cilindro termo-actuador de doble efecto (1), intercomunicado con los intercambiadores de calor (20) y (21) de suministro de calor de alta temperatura con
- 30 los intercambiadores de calor (30) y (31) de absorción de calor de baja temperatura
- émbolo (2) del cilindro termo-actuador de doble efecto (1)
- intercambiadores de calor (20) y (21) de suministro alternativo de calor de alta temperatura al cilindro termo-actuador de doble efecto (1)
- válvulas de intercomunicación (22) y (23) entre los intercambiadores de calor (20) y
- 35 (21) con el cilindro termo-actuador de doble efecto (1).

- intercambiadores de calor (30) y (31) que de modo alternativo hacen de sumidero térmico de baja temperatura
 - válvulas de intercomunicación (32) y (33) entre los intercambiadores de calor (30) y (31) con el cilindro termo-actuador de doble efecto (1).
- 5 - válvulas de regeneración de presión (34) y (35) de aspiración del compresor de regeneración (13).
- válvulas de regeneración de presión (24) y (25) de descarga del compresor de regeneración (13).
- 10 La figura 2 muestra la estructura de dos unidades de potencia acopladas en serie formadas por sus respectivos cilindros termo-actuadores de doble efecto (1), alimentadas por los conductos (14) y (15) para fuente térmica de alta temperatura y conductos (16) y (17) para el sumidero de calor.
- 15 La figura 3 muestra la estructura de la máquina objeto del invento dotada de los medios de calentamiento y enfriamiento o extracción de calor del fluido térmico de trabajo, para la que se propone varios medios técnicos convencionales alternativos de suministro de energía térmica para calentamiento del fluido de trabajo, así como medios de extracción de calor para enfriamiento del fluido de trabajo, donde para el
- 20 caso de calentamiento y enfriamiento mediante ciclo Brayton inverso, incluye los siguientes componentes:
- motor eléctrico de arranque (10)
 - compresor del ciclo Brayton inverso (11)
 - turbo-expansor del ciclo Brayton (12)
- 25 - conducto de descarga (14) del compresor (11) a los intercambiador de calor de alta temperatura o fuente térmica del ciclo
- conducto de retorno (15) de los intercambiadores de calor de alta temperatura (o fuente térmica del ciclo térmico) al turbo-expansor (12) del ciclo Brayton inverso
 - conducto de evacuación (16) desde el turbo-expansor (12) del ciclo Brayton inverso
- 30 hacia los intercambiadores de calor de baja temperatura o sumideros térmicos del ciclo térmico
- conducto de retorno (17) de los intercambiadores de calor de baja temperatura (sumideros) hacia el compresor (11) del ciclo Brayton inverso y donde para los casos en que se utiliza calor de otro tipo de energía como fluido de trabajo del compresor, la
- 35 energía nuclear, o térmica de combustiones fósiles, o termosolar, o geotérmica, o

- residual de alta temperatura, media e incluso de baja temperatura, así como frío procedente del aire o agua a temperatura ambiente, de máquinas frigoríficas de compresión de vapor o a temperatura sub-ambiental, o la evacuación de turbo-expansores a temperatura sub-ambiental, o una torre de enfriamiento convencional,
- 5 está dotada de los conductos y válvulas de entrada y salida del fluido de transferencia de calor tanto para suministro de calor para calentar el fluido térmico de trabajo como para extracción de calor para enfriar el fluido térmico de trabajo, que incluye los siguientes componentes:
- válvula de aspiración (40) del compresor (11)
 - 10 - válvula de descarga (41) del compresor (11)
 - válvula de alimentación (42) del turbo-expansor (12)
 - válvula de evacuación (43) del turbo-expansor (12)
 - válvula de entrada del fluido refrigerante (44)
 - válvula de retorno del fluido refrigerante (45)
 - 15 - válvula de entrada (46) del fluido térmico de transferencia de calor
 - válvula de retorno (47) del fluido térmico de transferencia de calor
- y donde la máquina térmica alternativa regenerativa de doble efecto y de procesos cerrados y abiertos, incluye los siguientes componentes:
- conducto de descarga del compresor (14) a los intercambiadores de calor de alta
 - 20 temperatura o fuente térmica del ciclo
 - conducto de retorno (15) de los intercambiadores de calor de alta temperatura
 - conducto de evacuación (16) desde el turbo-expansor (12) hacia los intercambiadores de calor de baja temperatura o sumideros térmicos del ciclo térmico
 - conducto de retorno (17) de los intercambiadores de calor de baja temperatura
 - 25 (sumideros) hacia el compresor (11)
 - cilindro termo-actuador de doble efecto (1), intercomunicado con los intercambiadores de calor (20) y (21) de suministro de calor de alta temperatura y con los intercambiadores de calor (30) y (31) de absorción de calor de baja temperatura
 - émbolo (2) del cilindro termo-actuador de doble efecto (1)
 - 30 - intercambiadores de calor (20) y (21) de suministro alternativo de calor de alta temperatura a un cilindro termo-actuador de doble efecto (1)
 - válvulas de intercomunicación (22) y (23) entre los intercambiadores de calor (20) y (21) con el cilindro termo-actuador de doble efecto (1).
 - intercambiadores de calor (30) y (31) que de modo alternativo hacen de sumidero
 - 35 térmico de baja temperatura

- válvulas de intercomunicación (32) y (33) entre los intercambiadores de calor (30) y (31) con el cilindro termo-actuador de doble efecto (1).
- válvulas de regeneración de presión (34) y (35) de aspiración del compresor de regeneración (13).
- 5 - válvulas de regeneración de presión (24) y (25) de descarga del compresor de regeneración (13).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

10 La invención denominada MÁQUINA TÉRMICA ALTERNATIVA REGENERATIVA DE DOBLE EFECTO, DE PROCESOS CERRADOS Y ABIERTOS Y SU PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN, está caracterizada por realizar la conversión de energía térmica a mecánica y/o energía eléctrica vía energía mecánica, por medio de un ciclo térmico no convencional implementado mediante una máquina térmica

15 alternativa de doble efecto, regenerativa que opera con procesos cerrados y abiertos utilizando un fluido térmico de trabajo (helio), la cual está dotada de dos focos térmicos (uno de alta temperatura para calentar el fluido térmico de trabajo que actúa de fuente de calor y otro de baja temperatura para enfriar el fluido térmico de trabajo que actúa de sumidero de calor), donde ambos focos están constituidos por intercambiadores de calor, y donde el foco caliente consiste en al menos dos intercambiadores de calor

20 (20) y (21), que transfieren alternativamente calor desde un fluido de transferencia de calor (helio o hidrógeno) al fluido térmico de trabajo (helio) del ciclo térmico implementado por el cilindro termo-actuador (1), y donde el calor para calentar el fluido de transferencia de calor procede de cualquier fuente disponible de calor tal como fluido de trabajo del compresor, la energía nuclear, energía térmica de combustiones fósiles,

25 calor de origen termosolar, geotérmica, residual de alta, media e incluso de baja temperatura, y donde el foco frío o sumidero de calor consiste en al menos dos intercambiadores de calor (30) y (31), que transfieren alternativamente calor desde un fluido térmico de trabajo (helio) del ciclo térmico implementado por el cilindro termo-

30 actuador (1), al fluido de transferencia de calor (helio o hidrógeno), el cual es enfriado por medio de un refrigerante que puede ser aire o agua a temperatura ambiente, una máquina frigorífica de compresión de vapor, la evacuación de un turbo-expansor a temperatura sub-ambiental, o una torre de enfriamiento convencional por aire o agua, y cuyos componentes incluyen:

ES 2 680 043 B1

- conducto de entrada (14) del fluido de transferencia de calor de alta temperatura (helio o hidrógeno) a los intercambiadores de calor de alta temperatura o fuente térmica del ciclo
 - conducto de retorno (15) de los intercambiadores de calor de alta temperatura
 - 5 - conducto de entrada (16) del fluido de transferencia de calor de baja temperatura (helio o hidrógeno) hacia los intercambiadores de calor de baja temperatura o sumideros térmicos del ciclo térmico
 - conducto de retorno (17) de los intercambiadores de calor de baja temperatura (sumideros) hacia el medio de refrigeración utilizado
 - 10 - al menos un cilindro termo-actuador de doble efecto (1), intercomunicado con los intercambiadores de calor (20) y (21) de suministro de calor de alta temperatura y con los intercambiadores de calor (30) y (31) de absorción de calor de baja temperatura
 - intercambiadores de calor (20) y (21) de suministro alternativo de calor de alta temperatura a un cilindro termo-actuador de doble efecto (1)
 - 15 - válvulas de intercomunicación (22) y (23) entre los intercambiadores de calor (20) y (21) con el cilindro termo-actuador de doble efecto (1).
 - intercambiadores de calor (30) y (31) que de modo alternativo hacen de sumidero térmico de baja temperatura
 - válvulas de intercomunicación (32) y (33) entre los intercambiadores de calor (30) y
 - 20 (31) con el cilindro termo-actuador de doble efecto (1).
 - válvulas de regeneración de presión (34) y (35) de aspiración del compresor de regeneración (13).
 - válvulas de regeneración de presión (24) y (25) de descarga del compresor de regeneración (13).
 - 25
- El procedimiento de operación de la máquina térmica regenerativa de procesos cerrados alimentada por las fuentes térmicas caliente y fría es tal que partiendo de una situación inicial con los elementos posicionados según se indica:
- 30 - émbolo (2) del cilindro termo-actuador (1) posicionado en el punto muerto izquierdo
 - válvulas (26), (37), (32) y (23) abiertas,
 - válvulas (27), (36), (24), (35), (22), (33), (25) y (34) cerradas,
 - el fluido de trabajo en el intercambiador de calor (20) caliente y por lo tanto con una presión correspondiente a su temperatura actual,

- y el fluido de trabajo del intercambiador de calor (31) frío y por lo tanto con una presión correspondiente a su temperatura actual, se cierran las válvulas (26) y (37), se abren las válvulas (27) y (36) y se abren las válvulas (22) y (33), con lo cual el émbolo (2) del cilindro termo-actuador (1) se desplaza hacia la derecha por efecto de la
5 diferencia de presiones entre ambas caras del mismo, realizando trabajo mecánico.

Cuando el émbolo (2) se aproxima al punto muerto derecho se procede a la regeneración de presión abriendo las válvulas (35) y (24), y transfiriendo parte del fluido de trabajo mediante el compresor de regeneración (13) desde el intercambiador
10 (31) al intercambiador (20). Al finalizar el proceso de regeneración se cierran las válvulas (35) y (24), las válvulas (22) y (33), las válvulas (27) y (36), y se abren las válvulas (26) y (37) y las válvulas (23) y (32), con lo que el émbolo inicia el desplazamiento de retorno hacia la izquierda, por efecto de la misma diferencia de presiones.

15

Cuando el émbolo (2) se aproxima al punto muerto izquierdo se procede a la regeneración de presión abriendo las válvulas (25) y (34), y transfiriendo parte del fluido de trabajo mediante el compresor de regeneración (13) desde el intercambiador (30) al intercambiador (21). Al finalizar el proceso de regeneración se cierran las
20 válvulas (25) y (34), las válvulas (23) y (32), las válvulas (26) y (37), y se abren las válvulas (27) y (36) y las válvulas (22) y (33), para calentar y enfriar el fluido de trabajo en sus respectivos intercambiadores de calor con lo que da comienzo un nuevo ciclo con el desplazamiento del émbolo hacia la derecha.

25 DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERENTES DE LA INVENCION

La configuración preferente del MÁQUINA TÉRMICA ALTERNATIVA REGENERATIVA DE DOBLE EFECTO, DE PROCESOS CERRADOS Y ABIERTOS Y SU PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN se halla representada en la figura 2, donde
30 se propone una planta dotada de una o más unidades de potencia acopladas en serie con respecto al aporte de calor y en paralelo con respecto a la cesión de calor, donde cada una de las cuales incluye los siguientes componentes:

- conducto de entrada (14) del fluido de transferencia de calor de alta temperatura (helio o hidrógeno) a los intercambiadores de calor de alta temperatura o fuente
35 térmica del ciclo

ES 2 680 043 B1

- conducto de retorno (15) de los intercambiadores de calor de alta temperatura
- conducto de entrada (16) del fluido de transferencia de calor de baja temperatura (helio o hidrógeno) hacia los intercambiadores de calor de baja temperatura o sumideros térmicos del ciclo térmico.
- 5 - conducto de retorno (17) de los intercambiadores de calor de baja temperatura (sumideros) hacia el medio de refrigeración utilizado
- al menos un cilindro termo-actuador de doble efecto (1), intercomunicado con los intercambiadores de calor (20) y (21) de suministro de calor de alta temperatura y con los intercambiadores de calor (30) y (31) de absorción de calor de baja temperatura.
- 10 - intercambiadores de calor (20) y (21) de suministro alternativo de calor de alta temperatura a un cilindro termo-actuador de doble efecto (1)
- válvulas de intercomunicación (22) y (23) entre los intercambiadores de calor (20) y (21) con el cilindro termo-actuador de doble efecto (1).
- intercambiadores de calor (30) y (31) que de modo alternativo hacen de sumidero
- 15 térmico de baja temperatura
- válvulas de intercomunicación (32) y (33) entre los intercambiadores de calor (30) y (31) con el cilindro termo-actuador de doble efecto (1).
- válvulas de regeneración de presión (34) y (35) de aspiración del compresor de regeneración (13).
- 20 - válvulas de regeneración de presión (24) y (25) de descarga del compresor de regeneración (13).

REIVINDICACIONES

1a. MÁQUINA TÉRMICA ALTERNATIVA REGENERATIVA DE DOBLE EFECTO, DE PROCESOS CERRADOS Y ABIERTOS Y SU PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN, está caracterizada por realizar la conversión de energía térmica a mecánica y/o energía eléctrica vía energía mecánica, por medio de un ciclo térmico no convencional implementado mediante una máquina térmica alternativa de doble efecto, regenerativa que opera con procesos cerrados y abiertos utilizando un fluido térmico de trabajo (helio), la cual está dotada de dos focos térmicos (uno de alta temperatura para calentar el fluido térmico de trabajo que actúa de fuente de calor y otro de baja temperatura para enfriar el fluido térmico de trabajo que actúa de sumidero de calor), donde ambos focos están constituidos por intercambiadores de calor, y donde el foco caliente consiste en al menos dos intercambiadores de calor (20) y (21), que transfiere alternativamente calor desde un fluido de transferencia de calor (helio o hidrógeno) al fluido térmico de trabajo (helio) del ciclo térmico implementado por el cilindro termo-actuador (1), y donde el calor para calentar el fluido de transferencia de calor procede de cualquier fuente disponible de calor tal como fluido de trabajo del compresor, la energía nuclear, energía térmica de combustiones fósiles, calor de origen termosolar, geotérmica, residual de alta, media e incluso de baja temperatura, y donde el foco frío o sumidero de calor consiste en al menos dos intercambiadores de calor (30) y (31), que transfieren alternativamente calor desde un fluido térmico de trabajo (helio) del ciclo térmico implementado por el cilindro termo-actuador (1), al fluido de transferencia de calor (helio o hidrógeno), el cual es enfriado por medio de un refrigerante que puede ser aire o agua a temperatura ambiente, una máquina frigorífica de compresión de vapor, la evacuación de un turbo-expansor a temperatura sub-ambiental, o una torre de enfriamiento convencional por aire o agua, y cuyos componentes incluyen:

- conducto de entrada (14) del fluido de transferencia de calor de alta temperatura (helio o hidrógeno) a los intercambiador de calor de alta temperatura o fuente térmica del ciclo.
- conducto de retorno (15) de los intercambiadores de calor de alta temperatura
- conducto de entrada (16) del fluido de transferencia de calor de baja temperatura (helio o hidrógeno) hacia los intercambiadores de calor de baja temperatura o sumideros térmicos del ciclo térmico.
- conducto de retorno (17) de los intercambiadores de calor de baja temperatura (sumideros) hacia el medio de refrigeración utilizado.

- al menos un cilindro termo-actuador de doble efecto (1), intercomunicado con los intercambiadores de calor (20) y (21) de suministro de calor de alta temperatura y con los intercambiadores de calor (30) y (31) de absorción de calor de baja temperatura
- intercambiadores de calor (20) y (21) de suministro alternativo de calor de alta temperatura a un cilindro termo-actuador de doble efecto (1).
- válvulas de intercomunicación (22) y (23) entre los intercambiadores de calor (20) y (21) con el cilindro termo-actuador de doble efecto (1).
- intercambiadores de calor (30) y (31) que de modo alternativo hacen de sumidero térmico de baja temperatura.
- válvulas de intercomunicación (32) y (33) entre los intercambiadores de calor (30) y (31) con el cilindro termo-actuador de doble efecto (1).
- válvulas de regeneración de presión (34) y (35) de aspiración del compresor de regeneración (13).
- válvulas de regeneración de presión (24) y (25) de descarga del compresor de regeneración (13).

2a. MÁQUINA TÉRMICA ALTERNATIVA REGENERATIVA DE DOBLE EFECTO, DE PROCESOS CERRADOS Y ABIERTOS Y SU PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN, según reivindicación primera, caracterizada por estar constituida por una o más unidades constituidas por cilindros termo-actuadores de doble efecto regenerativos (1) acoplados en serie con respecto al aporte de calor y en paralelo con respecto a la cesión de calor, donde cada uno de los cuales incluye los componentes de la reivindicación 1a.

3a. Procedimiento de operación de la MÁQUINA TÉRMICA ALTERNATIVA REGENERATIVA DE DOBLE EFECTO, DE PROCESOS CERRADOS Y ABIERTOS según reivindicación 1a, es tal que partiendo de una situación inicial con los elementos posicionados según se indica:

- émbolo (2) del cilindro termo-actuador (1) posicionado en el punto muerto izquierdo
- válvulas (26), (37), (32) y (23) abiertas,
- válvulas (27), (36), (24), (35), (22), (33), (25) y (34) cerradas,
- el fluido de trabajo en el intercambiador de calor (20) caliente y por lo tanto con una presión correspondiente a su temperatura actual,
- y el fluido de trabajo del intercambiador de calor (31) frío y por lo tanto con una presión correspondiente a su temperatura actual, se cierran las válvulas (26) y (37), se

abren las válvulas (27) y (36) y se abren las válvulas (22) y (33), con lo cual el émbolo (2) del cilindro termo-actuador (1) se desplaza hacia la derecha por efecto de la diferencia de presiones entre ambas caras del mismo, realizando trabajo mecánico.

- 5 Cuando el émbolo (2) se aproxima al punto muerto derecho se procede a la regeneración de presión abriendo las válvulas (35) y (24), y transfiriendo parte del fluido de trabajo mediante el compresor de regeneración (13) desde el intercambiador (31) al intercambiador (20). Al finalizar el proceso de regeneración se cierran las válvulas (35) y (24), las válvulas (22) y (33), las válvulas (27) y (36), y se abren las
- 10 válvulas (26) y (37) y las válvulas (23) y (32), con lo que el émbolo inicia el desplazamiento de retorno hacia la izquierda, por efecto de la misma diferencia de presiones.

- Cuando el émbolo se aproxima al muerto izquierdo se procede a la regeneración de
- 15 presión abriendo las válvulas (25) y (34), y transfiriendo parte del fluido de trabajo mediante el compresor de regeneración (13) desde el intercambiador (30) al intercambiador (21). Al finalizar el proceso de regeneración se cierran las válvulas (25) y (34), las válvulas (23) y (32), las válvulas (26) y (37), y se abren las válvulas (27) y (36) y las válvulas (22) y (33) para calentar y enfriar el fluido de trabajo en sus
- 20 respectivos intercambiadores de calor, con lo que da comienzo un nuevo ciclo con el desplazamiento del émbolo hacia la derecha.

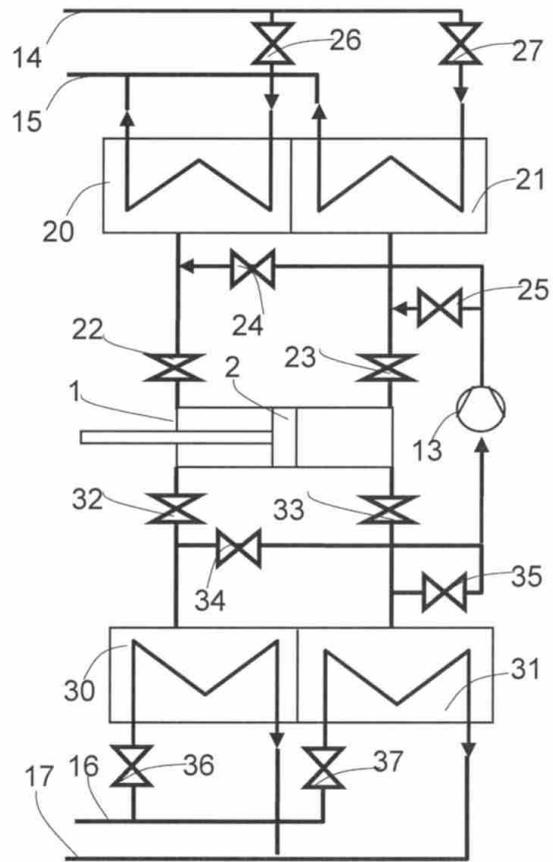


FIGURA 1

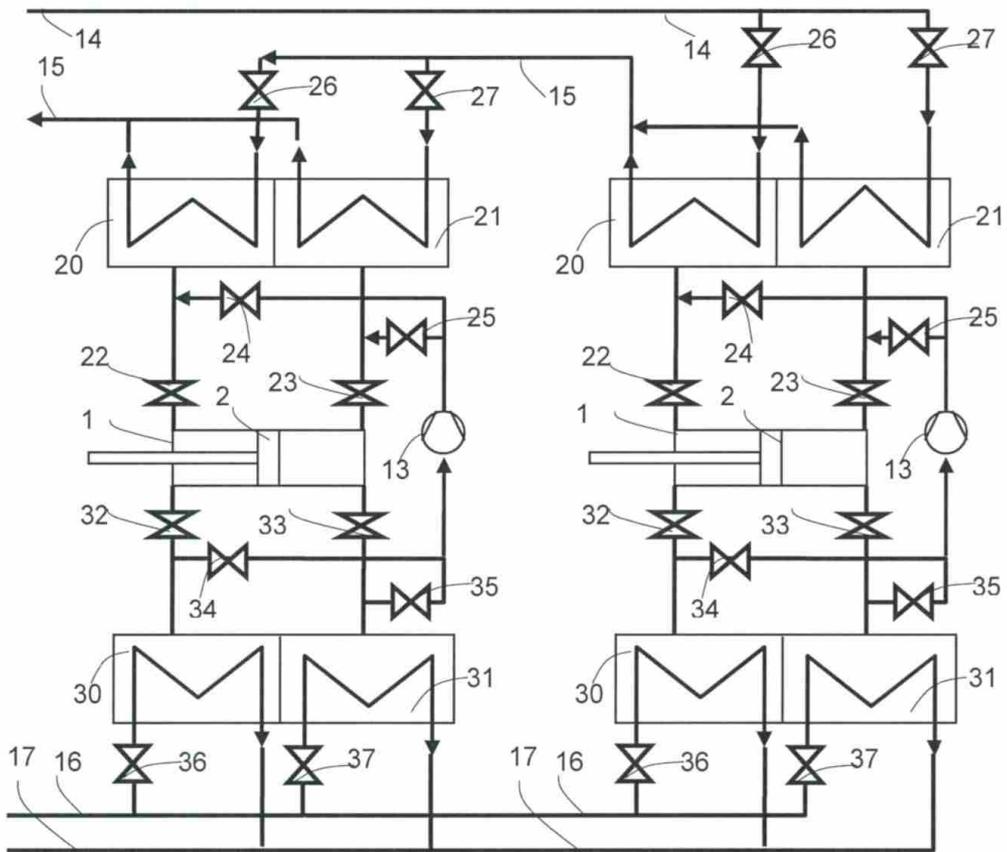


FIGURA 2

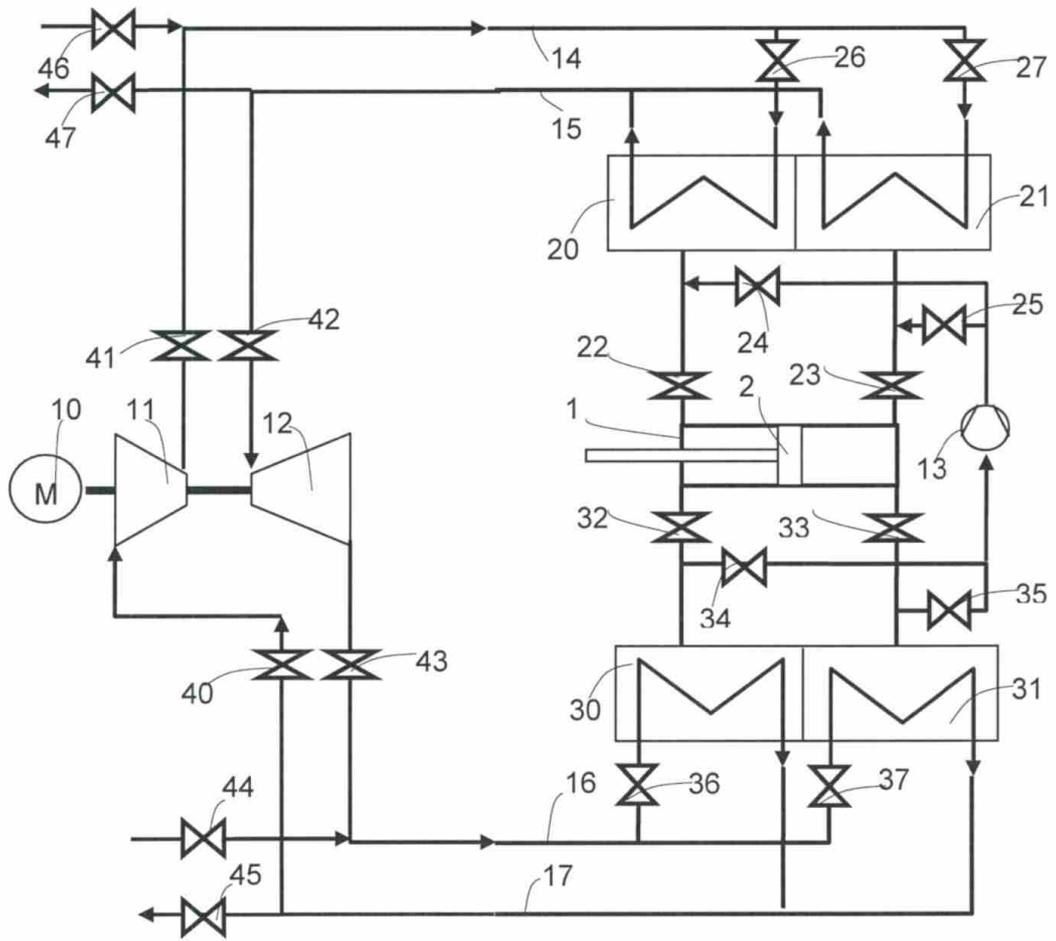


FIGURA 3



- ②① N.º solicitud: 201700181
②② Fecha de presentación de la solicitud: 02.03.2017
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	ES 2571004 A1 (UNIV CORUNA) 23/05/2016, Página 2, líneas 7 – 23; página 3, línea 3 - página 6, línea 27; figuras.	1-3
A	DE 102010018654 A1 (DEGENER MARTIN) 03/11/2011, Párrafos [0016], [0028] - [0029], [0033] - [0035], [0038] - [0039]; figuras 1, 2.	1-3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
18.10.2017

Examinador
A. Rodríguez Cogolludo

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F01B11/00 (2006.01)

F02G1/04 (2006.01)

F02G1/043 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F01B, F02G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 18.10.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-3	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-3	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	ES 2571004 A1 (UNIV CORUNA)	23.05.2016

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La solicitud tiene por objeto un sistema destinado a la conversión de energía térmica en energía mecánica por medio de una máquina alternativa que intercambia calor con dos focos térmicos a alta y baja temperatura. El funcionamiento se basa en calentar y enfriar de forma alternativa, por medio de un fluido de transferencia de calor en contacto térmico con los focos, los espacios situados a un lado y otro de un émbolo dispuesto en el interior de un cilindro termo-actuador, que están ocupados por un fluido de trabajo (helio). La diferencia de presión generada a un lado y otro de dicho émbolo provoca su desplazamiento, haciendo posible la generación de una potencia mecánica.

El documento D01 se refiere a un sistema de conversión de energía térmica en energía mecánica por medio de una máquina térmica alternativa que utiliza helio como fluido de trabajo y que está dotada de dos focos térmicos, uno de alta temperatura (11) para calentar el fluido de trabajo, y otro de baja temperatura (medio ambiente) que actúa como sumidero de calor y enfría el fluido de trabajo. Asimismo, el sistema dispone de un émbolo desplazable dentro de un cilindro termo-actuador, de manera que su interior queda dividido en dos espacios en los que se hallan los intercambiadores de calor (3) y (4), respectivamente. En el sistema existe además una válvula de regeneración (5) de presión y temperatura.

El principio de funcionamiento del sistema divulgado por D01 es, en esencia, el mismo que el de la solicitud. La diferencia principal entre uno y otro es que el sistema objeto de la solicitud hace uso de dos intercambiadores de calor, uno de calentamiento y otro de enfriamiento, conectados con cada espacio del cilindro de trabajo, mientras que D01 dispone de un solo intercambiador de calor en cada espacio de dicha cámara, que se conecta alternativamente con las fuentes de frío o de calor por medio de las válvulas de tres vías (6), (7), (8) y (9).

A falta de un efecto técnico inesperado, se considera que esta diferencia respondería únicamente a una variante en la configuración física del sistema y formaría parte de las opciones contempladas por un experto en la materia en un proceso normal de diseño.

Por tanto, la reivindicación 1 de la solicitud, a pesar de ser nueva, no cumpliría el requisito de actividad inventiva de acuerdo con la Ley 11/1986 de Patentes (arts. 6.1 y 8.1).

Las características técnicas de la reivindicación dependiente 2 de la solicitud se encuentran también recogidas en el documento D01 (ver página 4, líneas 38 - 45 y figura 3).

El procedimiento de operación del sistema, recogido en la reivindicación independiente 3 de la solicitud, no difiere en ningún aspecto fundamental del descrito en el documento D01 (ver página 5, línea 43 - página 6, línea 27). Las diferencias en cuanto a los elementos de regulación que se accionan en las sucesivas etapas son una consecuencia evidente de las diferentes configuraciones particulares elegidas en uno y otro caso, como ya se señaló en relación con la reivindicación 1.

Se concluye, por tanto, que las reivindicaciones 2 y 3 de la solicitud cumplirían el requisito de novedad (art. 6.1), pero no el de actividad inventiva (art. 8.1), según la Ley 11/1986.