



(51) Clasificación Internacional de Patentes:

F02C 7/143 (2006.01) F01K 23/02 (2006.01)
F02C 7/16 (2006.01) F25B 11/00 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:

PCT/ES2017/070102

(22) Fecha de presentación internacional:

23 de febrero de 2017 (23.02.2017)

(25) Idioma de presentación:

español

(26) Idioma de publicación:

español

(30) Datos relativos a la prioridad:

P201600171

26 de febrero de 2016 (26.02.2016)

ES

(72) Inventor; e

(71) Solicitante : DESCO SANCHEZ, Alejandro [ES/ES];
Mayor 38, Albalat dels Sorells, 46135 Valencia (ES).

(74) Mandatario: ISERN JARA, Jorge; Avda. Diagonal, 463
Bis 2 Planta, 08036 Barcelona (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección nacional admisible): AE,

AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN,
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD,
GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección regional admisible):

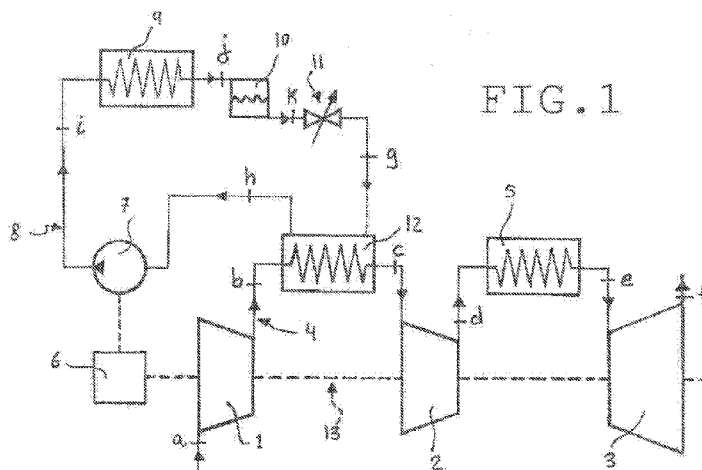
ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW,
SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ,
BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))

(54) Title: GAS TURBINE AND ASSOCIATED OPERATION METHOD WITH TWO COMPRESSION STAGES AND INTERMEDIATE COOLING BY A REFRIGERATING MACHINE

(54) Título : TURBINA DE GAS, Y MÉTODO DE OPERACIÓN ASOCIADO, CON DOS ETAPAS DE COMPRESIÓN Y ENFRIAMIENTO INTERMEDIO MEDIANTE MÁQUINA FRIGORÍFICA



(57) Abstract: The present invention relates to a gas turbine and to an associated operation method with two compression stages. A heat exchanger formed by the evaporator of a refrigerating machine mechanically actuated by the same turbine is intercalated between these two stages, the refrigerating machine being mechanically actuated by means of a reducing gearbox in order to lower the temperature of the working fluid of the turbine during the transfer of the fluid to the second compression stage, thus achieving the desired fluid pressure at the output of the second compressor and requiring less effort than if this working fluid were to be brought to the same pressure in a single stage without cooling. This results in greater efficiency of the gas turbine. The figure that best represents the invention is figure 1 because it schematically represents the elements that constitute the invention.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]



La presente invención se basa pues en una turbina de gas, y método de operación asociado, con dos etapas de compresión. Entre éstas dos etapas se intercala un intercambiador de calor, constituido por el evaporador de una máquina frigorífica accionada mecánicamente por la propia turbina, previo uso de una caja reductora de velocidad, con el fin de descender la temperatura del fluido de trabajo de la turbina en su transición hacia la segunda etapa de compresión, lográndose de ese modo llegar a la presión de fluido deseada, a la salida del segundo compresor, realizando un trabajo menor al que se hubiera debido realizar para llevar ese fluido de trabajo hasta a esa misma presión en una única etapa carente de enfriamiento. Esto redundaría en una mayor eficiencia de la propia turbina de gas. La figura más representativa de la presente invención es la FIG.1, pues muestra esquemáticamente los elementos que comprenden la misma.

DESCRIPCIÓN

TURBINA DE GAS, Y MÉTODO DE OPERACIÓN ASOCIADO, CON DOS ETAPAS DE COMPRESIÓN Y ENFRIAMIENTO INTERMEDIO MEDIANTE MÁQUINA FRIGORÍFICA

5

La presente invención se refiere a una turbina de gas, y método de operación asociado, que sigue el ciclo termodinámico de Brayton. Hace uso de una compresión en dos etapas, pudiendo ser el fluido de trabajo enfriado hasta temperaturas incluso menores a las de la propia admisión del primer compresor, en la transición entre la primera y la segunda etapa. Esto se consigue mediante el uso de una máquina frigorífica, accionada por el propio eje de la propia turbina, encargada de absorber parte del calor generado en la primera etapa de compresión, logrando rendimientos sensiblemente mayores a los obtenidos sin éste método, e incluso mayores a los obtenidos mediante el uso de los ya conocidos intercambiadores aire-aire aire-líquido u otros sistemas que se mencionarán más adelante.

10

15

El hecho de que los compresores sean incapaces de realizar procesos adiabáticos reversibles, dado que realizan su labor en un tiempo finito, les impide actuar como sistemas isentrópicos, por lo que a medida que se comprime el fluido de trabajo, éste gana temperatura de una forma mayor a la que lo haría si el proceso fuera reversible.

20

Ésta ganancia térmica es la que motiva la necesidad de dividir la compresión del fluido de trabajo de las turbinas en varias etapas, para así poder bajar su temperatura entre las mismas, logrando necesitar de un menor trabajo para lograr la presión final deseada que si se empleara una única compresión sin refrigeración.

SECTOR DE LA TÉCNICA

25

La presente invención se halla encuadrada en el sector de la técnica perteneciente a la industria aeroespacial y a la de producción energética, es decir, los dos sectores donde mayoritariamente se hace uso de las turbinas de gas.

30

ANTECEDENTES A LA INVENCION

35

Son conocidos diversos sistemas utilizados para lograr un enfriamiento del fluido de trabajo entre las diferentes etapas de compresión de las turbinas de gas. Los hay que se valen de intercambiadores de superficie que producen una cesión de calor entre el fluido presurizado en las etapas precedentes y algún fluido refrigerante, ya sea aire atmosférico, agua, etc. Su objetivo es tratar de acercar la temperatura del fluido presurizado a la temperatura que poseía previamente a su compresión, manteniendo constante su presión, con el fin de reducir el trabajo necesario para volver a incrementar su presión en las etapas posteriores.

Se conocen a su vez diversos tipos de dispositivos para tratar de extraer el calor presente en el fluido de trabajo. Algunos de estos métodos serían los *enfriadores evaporativos*, que se basan en un filtro húmedo por el que se hace discurrir el fluido de trabajo, en nuestro caso aire, con el fin de que éste ceda calor al agua líquida para lograr un cambio de estado.

5 Se conoce también el uso de los *sistemas de niebla*, que se basan en el mismo principio que los enfriadores evaporativos, con la salvedad de que hacen uso de atomizadores de agua que rocían ésta sobre el fluido de trabajo.

10 Asimismo, los sistemas de *compresión húmeda por refrigeración mecánica* basan su principio de funcionamiento en la inyección de agua atomizada directamente al caudal de fluido de trabajo de la turbina, logrando temperaturas tan bajas como se desee, con la salvedad de que el consumo energético suele hacer este sistema económicamente inviable, así como sus necesidades de espacio.

15 No obstante, la capacidad de extracción térmica de estos métodos se ha demostrado considerablemente mejorable, dado de que en el mejor de los casos tan sólo logran bajar la temperatura del fluido de trabajo de la turbina unas decenas de grados, por lo que se ha ideado un nuevo método, cuyas características son el objeto de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

20 La turbina de gas es del tipo de las que están constituidas por un sistema de compresión dividido en varias etapas, aplicándose una compresión teóricamente adiabática (según el ciclo Brayton) al fluido de trabajo, aire atmosférico en este caso.

25 No obstante y con ánimo de incrementar la eficiencia del ciclo, mediante la reducción del trabajo que es necesario realizar en la segunda etapa para comprimir el fluido de trabajo hasta la presión deseada, se ha decidido reducir forzosamente la temperatura del mismo a la salida de la primera etapa hasta una temperatura incluso inferior a la que tenía antes de sufrir ninguna transformación.

30 Para la realización de éste trabajo, y que tenga sentido desde un punto de vista termodinámico y por ende económico, se ha ideado la utilización de un ciclo frigorífico, siendo accionado mecánicamente el compresor que lo anima mediante el propio eje de la turbina, previa adecuación de su velocidad en un tren de engranajes.

35 Haciendo uso del evaporador de la máquina frigorífica como un intercambiador construido en un material con un alto índice de conductividad térmica (entre el fluido de trabajo de la turbina y el fluido refrigerante) y aislado tanto como sea posible del exterior, con el fin de evitar la absorción de calor circundante, podemos lograr enfriar el aire hasta la temperatura deseada.

40 Sabiendo que la eficiencia de la máquina frigorífica depende del cociente entre el calor absorbido y la diferencia entre el calor cedido por la máquina y el absorbido, podemos deducir que cuanto más pequeña sea la diferencia entre el calor absorbido y el cedido, mayor será la eficiencia de la máquina, pudiendo sobrepasar holgadamente la unidad.

Aquí es donde cobra especial importancia el papel que realiza el condensador de la máquina frigorífica. Éste debe tener una gran capacidad de cesión de calor, tanto por construcción como por situación, para lograr lo expuesto en el párrafo anterior, ya que cuanto mayor sea la eficiencia de la máquina, menor será el trabajo que tenga que realizar el compresor (ya que éste está accionado por la propia turbina), conllevando un mayor rendimiento de la turbina de gas, ya que éste depende del trabajo realizado por la turbina, el absorbido por los diferentes compresores, por el compresor de la máquina frigorífica y el calor necesario para hacerla funcionar.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para mejor comprensión de cuanto queda descrito en la presente memoria, se acompañan unos dibujos en los que, tan sólo a título ejemplificativo, se representa un caso práctico de realización de la turbina.

La FIG.1, muestra esquemáticamente el funcionamiento del sistema. Se puede observar la interacción entre la máquina frigorífica y la turbina de gas, siendo ésta última la que produce el trabajo necesario para accionar la máquina frigorífica y la primera la que absorbe parte del calor generado en el proceso de compresión del fluido de trabajo de la turbina en su primera etapa de compresión.

Enumeración de partes:

- (1): Compresor axial
- (2): Compresor axial
- (3): Turbina axial
- (4): Conducciones para el fluido de trabajo de la turbina de gas, representadas por línea de trazo continuo con flechas
- (5): Cámara de combustión
- (6): Caja reductora de velocidad
- (7): Compresor de la máquina frigorífica
- (8): Conducciones para el fluido de trabajo de la máquina frigorífica, representadas por línea de trazo continuo con flechas
- (9): Condensador de la máquina frigorífica
- (10): Depósito de fluido refrigerante
- (11): Válvula de expansión de la máquina frigorífica
- (12): Evaporador de la máquina frigorífica/intercambiador de calor
- (13): Eje de la turbina, representado por una línea de trazo discontinuo
- (a, [...], k): Puntos con diferente estado termodinámico de los respectivos fluidos de trabajo

La FIG.2 y la FIG.3 muestran respectivamente el ciclo termodinámico seguido por la máquina frigorífica y por la turbina. Ambos ciclos están representados por sendos diagramas de Presión-Volumen. Cabe matizar que se han representado como dos ciclos reversibles, por lo que el funcionamiento real de ambas máquinas distará sustancialmente de lo aquí plasmado.

5 No obstante, dada la imposibilidad de representar ciclos irreversibles, se ha optado por incluir estas dos modelizaciones, con ánimo puramente explicativo.

Los ciclos se han representado mediante unos puntos, nombrados desde (a) hasta (k), que se corresponden con el estado termodinámico del fluido de trabajo de cada una de las máquinas en los diferentes puntos de las mismas. Puede observarse también esta designación

10 en la FIG.1, haciendo referencia al estado en el que se encuentra el fluido de trabajo según la posición que ocupe respecto al sistema.

Enumeración de puntos de las FIG.2 y FIG.3:

-(a, [...], k): Puntos con diferente estado termodinámico de los respectivos fluidos de trabajo

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA

Atendiendo a la FIG.1 podemos observar cómo la turbina consta de un primer compresor (1), un compresor secundario (2), un intercambiador de calor, que hace las veces de evaporador de la máquina frigorífica (12), de contacto indirecto superficial y de flujo cruzado (el fluido comprimido en el primer compresor (1) de la turbina de gas cede calor a al fluido refrigerante de la máquina frigorífica cuando éste se encuentra en cambio de fase, de líquida a gaseosa), una cámara de combustión (5) donde se eleva la temperatura del fluido de trabajo de la turbina y con ello su entalpía y por último la turbina (3), discurriendo el fluido de trabajo

20 entre las diferentes partes que constituyen el sistema por sus propios conductos (4) y girando todo el conjunto compresor (1 y 2) y turbina (3) solidariamente gracias a un eje (13).

La máquina frigorífica consta de un compresor (7), que eleva la presión del fluido de trabajo, en éste caso fluido refrigerante, cuando éste se encuentra totalmente en fase gaseosa, discurriendo el mismo por unas líneas o conducciones (8). El compresor (7) es accionado mecánicamente por la turbina, transformando la velocidad de giro de su eje (13) en una más adecuada para el funcionamiento de la máquina frigorífica mediante el uso de una caja de velocidades (6).

30

El fluido refrigerante viaja desde el compresor (7) al condensador (9), siendo ahí donde cede calor al exterior, con el consiguiente cambio de fase gaseosa a líquida. El gas licuado se recoge en un depósito (10), viajando luego por las mencionadas líneas (8) a una válvula de expansión (11), donde su presión decrece bruscamente, propiciando el cambio de fase que se dará posteriormente en el evaporador (12). Éste toma el calor necesario para cambiar a fase gaseosa el fluido refrigerante, del fluido de trabajo comprimido en la primera etapa de compresión de la turbina (1). Una vez el fluido refrigerante abandona el evaporador (12) viaja

40 de nuevo al compresor (7), donde se le volverá a imprimir el trabajo necesario para completar el ciclo termodinámico de nuevo.

Atendiendo a la FIG.3 es posible observar los trabajos a los que se ve sometido el fluido de trabajo a su paso por la turbina en un ciclo pretendidamente reversible. El ciclo comienza en (a) donde el fluido accede al sistema, como se puede ver también en la FIG.1 (pueden haber o no difusores a la entrada de la turbina, que deceleren el flujo de aire incrementando su presión, dependiendo de la aplicación de la misma) y sufre una primera transformación, es comprimido adiabáticamente por el primer compresor (1) hasta llegar a (b). En el tramo comprendido entre (b) y (c) el fluido de trabajo es enfriado isobáricamente cediendo un calor Q_2' en el intercambiador de calor (12). De (c) a (d) el fluido de trabajo vuelve a ser comprimido adiabáticamente, ésta vez por el segundo compresor de la turbina de gas (2) viajando en todo momento por las citadas conducciones (4). Entre (d) y (e) el fluido de trabajo absorbe un calor Q_1 en la cámara de combustión (5), normalmente en forma de quema de combustible. Por último, en el tramo comprendido entre (e) y (f) el fluido de trabajo experimenta una expansión adiabática en la turbina (3) hasta recuperar su presión inicial ($P_a=P_f$). Cabe mencionar que ésta expansión, la acaecida entre (e) y (f) es la única del ciclo que produce trabajo en lugar de consumirlo. Cabe reseñar que no se tiene en cuenta si tras la salida del fluido de trabajo de la turbina pudiera existir una tobera, dependerá de la aplicación a la que vaya destinado el uso de la turbina.

Atendiendo a la FIG.2 podemos observar una modelización (a trabajos reversibles) de la máquina frigorífica aquí descrita. El ciclo comienza en (h) donde tras su salida del evaporador (12), que hace las veces de intercambiador en el la turbina de gas, el fluido refrigerante se encuentra en estado gaseoso y ocupando su máximo volumen posible (su densidad es la mínima que va a tener en todo el ciclo). Entre (h) e (i) el fluido, ahora en estado necesariamente gaseoso, para evitar daños en el compresor (7), atraviesa el compresor (7) donde sufre una compresión adiabática la cual conlleva, por tanto, un incremento en su temperatura. Entre (i) y (k) el fluido cede un calor Q_1' en el condensador, de forma isoterma, volviendo además a estado líquido, siendo éste a su vez recogido en un depósito (10). A su paso por la válvula de expansión (11) el fluido sufre un abrupto descenso en su presión que queda reflejado en el intervalo comprendido entre (k) y (g) como una expansión adiabática. Por último, el fluido refrigerante atraviesa el evaporador de la máquina frigorífica (12) donde al actuar como intercambiador en la turbina de gas recoge el calor cedido por el fluido de trabajo de la turbina, Q_2' , y cambia completamente de fase líquida a gaseosa, lo cual se refleja en el diagrama como una expansión isoterma comprendida entre (g) y (h).

Como se puede observar, el sistema se muestra en su estado más elemental, básico. Puede ser mejorado considerablemente mediante la pertinente adición de las mejoras típicas tanto del ciclo frigorífico como del ciclo de turbina de gas, como el recalentamiento en ésta última, por ejemplo. No obstante, se ha decidido omitir todas las posibles mejoras, reduciendo el sistema a su estado más primario, en aras de simplificar la redacción y comprensión de la presente invención. Se ha pasado por alto también la descripción de una hipotética asociación en paralelo de varias etapas en la compresión y máquinas frigoríficas, por la redundancia que ello supone.

Es evidente que la presente invención tendría un amplísimo campo de aplicación, tanto en la industria aeroespacial como en la de producción energética, pudiendo, en éste último caso complementar a las centrales de ciclo combinado o a las de cogeneración en su búsqueda de la mayor eficiencia posible. Por su parte, en la industria aeroespacial tendría gran aplicación a la hora de crear motores más eficientes, con menores consumos y emisiones de gases nocivos directamente a la atmósfera. Redundaría a su vez en un aumento de la

autonomía de servicio de las citadas aeronaves, abaratando el coste del transporte de mercancías o pasajeros.

REIVINDICACIONES

1- Turbina de gas con al menos dos etapas de compresión y al menos una etapa intermedia de enfriamiento, que comprende un primer compresor axial (1) y un segundo compresor axial (2), accionados por el eje (13) de una turbina axial (3), caracterizada porque la etapa de enfriamiento intermedio es realizada mediante una máquina frigorífica dispuesta entre ambos compresores axiales (1, 2), en donde la máquina frigorífica comprende al menos un compresor (7), al menos una caja de velocidades (6), al menos un condensador (9), al menos una válvula de expansión (11), y al menos un evaporador (12), y en donde el fluido de trabajo de la máquina frigorífica pasa por el compresor (7), dicho compresor (7) está actuado por la caja de velocidades (6) también accionada por el eje (13) de la turbina axial (3), dicho compresor (7) está conectado al condensador (9) a cuya salida se dispone la válvula de expansión (11) tras la que se dispone el evaporador (12) de la máquina frigorífica, el cual intercambia calor con el fluido de la turbina de gas entre ambos compresores axiales (1, 2).

2- Turbina de gas según la reivindicación 1, caracterizada porque entre el condensador (9), y la válvula de expansión (11) comprende al menos un depósito (10) del fluido refrigerante.

3- Turbina de gas según la reivindicación 1, caracterizada porque al menos uno de los compresores axiales (1, 2) aplica una compresión adiabática del fluido de trabajo según el ciclo Brayton.

4- Turbina de gas según la reivindicación 3, caracterizada porque el fluido de trabajo es aire atmosférico.

5- Turbina de gas según la reivindicación 1, caracterizada porque el compresor (7) de la máquina frigorífica es accionado mecánicamente mediante el propio eje de la turbina axial (3), previa adecuación de su velocidad mediante una caja de velocidades (6).

6- Turbina de gas según la reivindicación 5, caracterizada porque la caja de velocidades (6) es un tren de engranajes.

7- Turbina de gas según la reivindicación 5, caracterizada porque el evaporador (12) es un intercambiador de calor de contacto indirecto superficial y de flujo cruzado.

8- Turbina de gas según la reivindicación 1, caracterizada porque comprende una cámara de combustión (5) entre el segundo compresor axial (2) y la turbina axial (3) donde se eleva la temperatura del fluido de trabajo.

9- Turbina de gas según la reivindicación 1, caracterizada porque el conjunto del primer y segundo compresor axial (1, 2) y la turbina axial (3) giran solidariamente gracias a un eje (13).

10- Turbina de gas según la reivindicación 1, caracterizada porque comprende a la entrada al menos un difusor que decelera el flujo de trabajo incrementando su presión.

11- Turbina de gas según la reivindicación 1, caracterizada porque comprende a la salida al menos una tobera.

12- Turbina de gas según la reivindicación 1, caracterizada porque comprende varias etapas de compresión y máquinas frigoríficas, asociadas en paralelo.

5

13- Método de operación de una turbina de gas según las reivindicaciones 1 ó 2, con al menos dos compresores axiales (1, 2) accionados por el eje (13) de una turbina axial (3), caracterizado por que comprende una máquina frigorífica de ciclo cerrado con las etapas de:

10 i) aumentar la presión de un fluido refrigerante por un compresor (7), actuado por una caja de velocidades (6) accionada por el eje (13);

ii) licuar el fluido refrigerante en un condensador (9) que cede calor al exterior;

15 iii) disponer el fluido refrigerante en un depósito (10) cuya salida comprende una válvula de expansión (11) de reducción de la presión del fluido de trabajo;

iv) evaporar el fluido refrigerante en un evaporador (12), captando el calor del fluido de la turbina (3) entre los dos compresores (1 y 2).

20

14- Método de operación de una turbina de gas según la reivindicación 13 en donde:

25 i) el fluido refrigerante viaja por unas conducciones (8) desde el compresor (7) al condensador (9), en donde cede calor al exterior hasta producirse un cambio de fase gaseosa a líquida;

ii) el fluido refrigerante licuado es recogido en un depósito (10), viajando por unas mencionadas conducciones (8) hasta una válvula de expansión (11), en donde su presión decrece bruscamente, propiciando el cambio de fase posterior en el evaporador (12).

30

15- Método de operación de una turbina de gas según la reivindicación 14 en donde:

- el fluido refrigerante, a su paso por la válvula de expansión (11), sufre un abrupto descenso en su presión según una expansión adiabática.

35

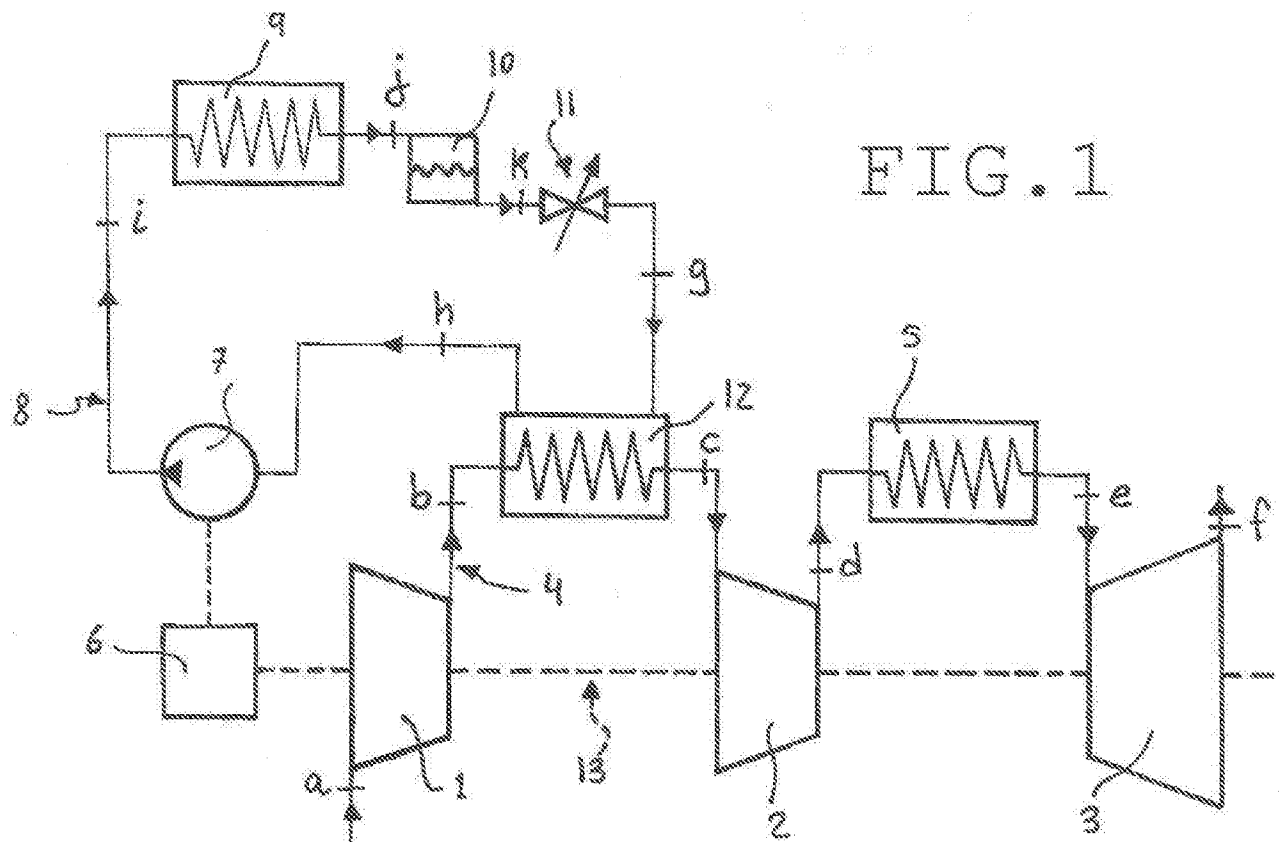


FIG. 1

FIG. 2

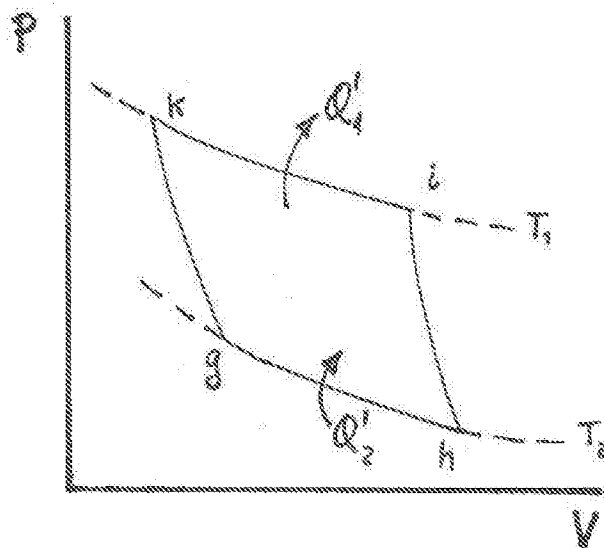
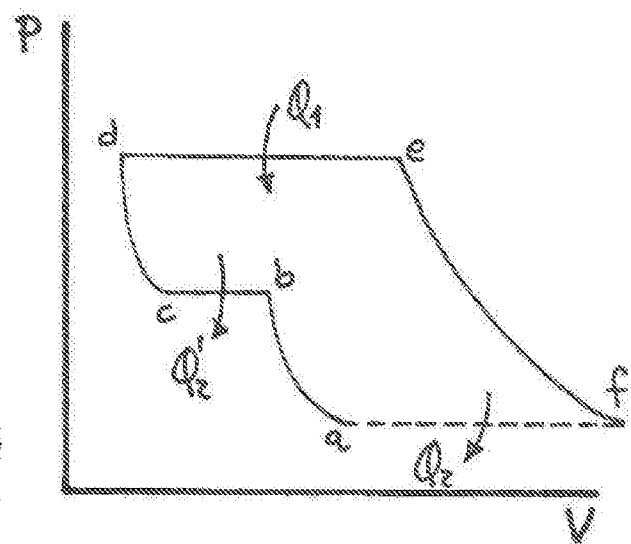


FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2017/070102

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02C, F01K, F25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010058801 A1 (MASANI KARL D ET AL.) 11/03/2010, the whole document.	1-15
Y	CN 203822467U U (NO 703 RES INST CHINA CSIC) 10/09/2014, abstract; description; figure 1. Translated into English from DataBase EPODOC. Retrieved from EPOQUE	1-15
Y	WO 2009073838 A1 (DRESSER RAND CO ET AL.) 11/06/2009, abstract; figures.	1-15
A	EP 1873375 A2 (HITACHI LTD) 02/01/2008,	1-15
A	DE 10231827 A1 (ALSTOM SWITZERLAND LTD ALSTOM TECHNOLOGY LTD) 24/04/2003,	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17/05/2017

Date of mailing of the international search report
(19/05/2017)

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer
M. Prytz González

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)

Facsimile No.: 91 349 53 04

Telephone No. 91 3493414

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2017/070102

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02C7/143 (2006.01)

F02C7/16 (2006.01)

F01K23/02 (2006.01)

F25B11/00 (2006.01)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2017/070102

Information on patent family members

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP1873375 A2	02.01.2008	US2012282080 A1 US8402735 B2 US2009056303 A1 US8240122 B2 JP2008002413 A JP4311415B B2	08.11.2012 26.03.2013 05.03.2009 14.08.2012 10.01.2008 12.08.2009
-----	-----	-----	-----
US2010058801 A1	11.03.2010	BRPI0918769 A2 AU2009292077 A1 AU2009292077B B2 WO2010030441 A2 WO2010030441 A3	01.12.2015 18.03.2010 07.05.2015 18.03.2010 21.11.2013
-----	-----	-----	-----
CN203822467U U	10.09.2014	NONE	
-----	-----	-----	-----
DE10231827 A1	24.04.2003	NONE	
-----	-----	-----	-----
WO2009073838 A1	11.06.2009	BRPI0820933 A2 JP2015129635 A JP2011506895 A US2010293967 A1 EP2336693 A2 EP2336693 A3 KR20100105640 A KR101259238B B1 CA2708154 A1 AU2008333840 A1 AU2008333840B B2 EP2217869 A1 EP2217869 A4	03.05.2016 16.07.2015 03.03.2011 25.11.2010 22.06.2011 01.07.2015 29.09.2010 29.04.2013 11.06.2009 11.06.2009 15.11.2012 18.08.2010 24.06.2015
-----	-----	-----	-----

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ES2017/070102

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

Ver Hoja Adicional

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

F02C, F01K, F25B

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
X	US 2010058801 A1 (MASANI KARL D ET AL.) 11/03/2010, todo el documento.	1-15
Y	CN 203822467U U (NO 703 RES INST CHINA CSIC) 10/09/2014, resumen; descripción; figura 1 y Traducción al inglés de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE	1-15
Y	WO 2009073838 A1 (DRESSER RAND CO ET AL.) 11/06/2009, resumen; figuras.	1-15
A	EP 1873375 A2 (HITACHI LTD) 02/01/2008,	1-15
A	DE 10231827 A1 (ALSTOM SWITZERLAND LTD ALSTOM TECHNOLOGY LTD) 24/04/2003,	1-15

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.	
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.	

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
17/05/2017

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
19 de mayo de 2017 (19/05/2017)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Nº de fax: 91 349 53 04

Funcionario autorizado
M. Prytz González
Nº de teléfono 91 3493414

CLASIFICACIONES DE INVENCION

F02C7/143 (2006.01)

F02C7/16 (2006.01)

F01K23/02 (2006.01)

F25B11/00 (2006.01)

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/ES2017/070102

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
EP1873375 A2	02.01.2008	US2012282080 A1 US8402735 B2 US2009056303 A1 US8240122 B2 JP2008002413 A JP4311415B B2	08.11.2012 26.03.2013 05.03.2009 14.08.2012 10.01.2008 12.08.2009
-----	-----	-----	-----
US2010058801 A1	11.03.2010	BRPI0918769 A2 AU2009292077 A1 AU2009292077B B2 WO2010030441 A2 WO2010030441 A3	01.12.2015 18.03.2010 07.05.2015 18.03.2010 21.11.2013
-----	-----	-----	-----
CN203822467U U	10.09.2014	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
DE10231827 A1	24.04.2003	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
WO2009073838 A1	11.06.2009	BRPI0820933 A2 JP2015129635 A JP2011506895 A US2010293967 A1 EP2336693 A2 EP2336693 A3 KR20100105640 A KR101259238B B1 CA2708154 A1 AU2008333840 A1 AU2008333840B B2 EP2217869 A1 EP2217869 A4	03.05.2016 16.07.2015 03.03.2011 25.11.2010 22.06.2011 01.07.2015 29.09.2010 29.04.2013 11.06.2009 11.06.2009 15.11.2012 18.08.2010 24.06.2015
-----	-----	-----	-----