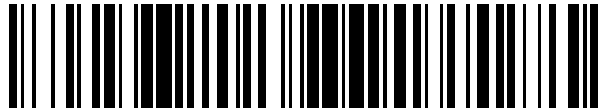


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 578 991**

21 Número de solicitud: 201500095

51 Int. Cl.:

F02B 37/10 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

02.02.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

03.08.2016

Fecha de concesión:

17.04.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

24.04.2017

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: **Motor alternativo regenerativo de combustión de doble efecto**

57 Resumen:

El motor alternativo regenerativo de combustión de doble efecto, convierte de modo eficiente la energía térmica obtenida por combustión de combustibles fósiles dentro de cada cilindro del motor a energía mecánica. La presión ejercida por los gases de combustión accionan los respectivos pistones que transfieren energía mecánica tanto a un cigüeñal como a una bomba hidráulica alternativa. El calor contenido en los gases de combustión después de desplazar los pistones es evacuado a la atmósfera cediendo su calor al aire de combustión por medio de un regenerador calentador de aire y opcionalmente puede alimentar un ciclo térmico de calor residual.

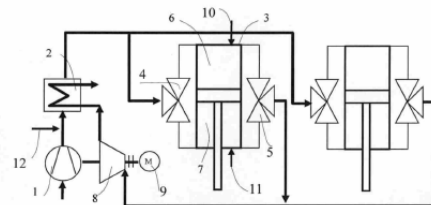


FIGURA 1

ES 2 578 991 B1

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

DESCRIPCIÓN

Motor alternativo regenerativo de combustión de doble efecto.

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención pertenece al campo técnico de la conversión de energía térmica procedente de combustibles de origen fósil a energía mecánica tales como los motores de combustión interna del tipo Diésel, y motores de ciclo Otto.

10

Objetivo de la invención

El objetivo de la presente invención denominada "MOTOR ALTERNATIVO REGENERATIVO DE COMBUSTIÓN DE DOBLE EFECTO", es la conversión eficiente de la energía térmica a energía mecánica por combustión de combustibles fósiles (preferentemente gas natural o hidrógeno) en cada cilindro del motor. El pistón de cada cilindro accionado por los gases de combustión puede actuar sobre una bomba hidráulica alternativa. accionar un mecanismo de movimiento lineal alternativo o accionar un mecanismo para transformar el movimiento de desplazamiento lineal en movimiento rotativo tal como el mecanismo biela-manivela-cigüeñal.

15

20

Antecedentes de la invención

Las plantas de conversión de energía térmica a eléctrica actuales vía energía mecánica están basadas los siguientes ciclos térmicos:

25

- plantas que operan bajo ciclos de Rankine regenerativos operando con un fluido de trabajo como el agua o un fluido orgánico,

30

- plantas que operan bajo ciclos de Brayton abiertos o cerrados operando con fluidos de trabajo como el helio, el nitrógeno o el dióxido de carbono para ciclos cerrados y gases de combustión o aire caliente en ciclos Brayton abiertos,

35

- plantas que operan según ciclos combinados que consten en la asociación de ciclos de Brayton abiertos o cerrados seguidos de ciclos de Rankine operando con agua,

- plantas que operan según ciclos Ericsson poco comunes,

40

- plantas que operan según el ciclo Stirling para pequeñas potencias,

- plantas que operan según el ciclo Otto, y Diésel para cualquier potencia.

45

La invención denominada MOTOR ALTERNATIVO REGENERATIVO DE COMBUSTIÓN DE DOBLE EFECTO se diferencia de los citados ciclos termodinámicos Diésel y Otto en que es regenerativo y realiza la absorción de energía térmica mediante un proceso isocórico seguido de otro proceso politrópico de expansión en el que desarrolla trabajo mecánico.

50

Breve descripción de la invención

5 EI MOTOR ALTERNATIVO REGENERATIVO DE COMBUSTIÓN DE DOBLE EFECTO, consiste en un motor de combustión alternativo diseñado para utilizar gases combustibles tales como el gas natural o el hidrógeno Estructuralmente es una maquina muy similar a los motores de ciclo Otto que operan con gas, en la que además de ser regenerativa, el proceso de combustión tiene la característica de desarrollar trabajo a lo largo de toda la carrera del pistón según un proceso politrópico, a presiones relativamente bajas y a temperaturas muy inferiores a las de la combustión de los motores que operan con ciclo
10 Otto. El ciclo térmico llevado a cabo está constituido por procesos termodinámicos que consisten en un proceso de compresión isentrópica del aire en el que se comprime aire atmosférico para la combustión, seguido de un proceso de combustión isocórico y un proceso de expansión politrópico con realización de trabajo mecánico, evacuando los gases de exhaustación a través de una turbina que impulsa una soplante de aire de
15 combustión y cediendo calor en el regenerador calentador de aire antes de salir a la atmósfera.

Descripción de las figuras

20 En esta sección se describen a modo ilustrativo y no limitativo, los componentes que constituyen el MOTOR ALTERNATIVO REGENERATIVO DE COMBUSTIÓN DE DOBLE EFECTO de combustión interna para facilitar la comprensión de la invención en donde se hace referencia a las siguientes figuras:

25 Figura 1. Esquema de la configuración del MOTOR ALTERNATIVO REGENERATIVO DE COMBUSTIÓN DE DOBLE EFECTO constituido por los siguientes componentes:

1. soplante de aire de combustión.
- 30 2. regenerador calentador de aire.
3. cilindro actuador.
4. válvula de admisión de 2 posiciones y tres vías.
- 35 5. válvula de escape de 2 posiciones y tres vías.
6. cámara de combustión superior del cilindro (3).
- 40 7. cámara de combustión inferior del cilindro (3).
8. Turbina de la soplante (1).
9. motor de la soplante (1).
- 45 10. conducto de inyección de combustible de la cámara de combustión (6).
11. conducto de inyección de combustible de la cámara de combustión (7).
- 50 12. conducto de inyección de agua.

Descripción detallada de la invención

El MOTOR ALTERNATIVO REGENERATIVO DE COMBUSTIÓN DE DOBLE EFECTO, se implementa bajo la estructura mostrada en la figura 1, el cual está constituido por los componentes siguientes:

5

- soplante de aire de combustión (1) impulsada por la turbina (8) y opcionalmente por el motor (9) destinada a alimentar la cámara de combustión con aire atmosférico calentado mediante el regenerador calentador de aire (2).

10

- regenerador calentador de aire (2).

- cilindro actuador (3) responsable de realizar trabajo mecánico durante el proceso de expansión isobárica.

15

- válvula de admisión de 2 posiciones y tres vías (4), destinada a administrar la entrada de aire de la combustión a cada una de las cámaras de combustión (6) o (7) alternativamente.

20

- válvula de escape de 2 posiciones y tres vías (5), destinada a administrar la salida de los gases de escape de la combustión desde cada una de las cámaras de combustión (6) o (7) alternativamente.

25

- cámara de combustión superior (6) del cilindro (3) destinada a alojar el proceso de combustión y actuar sobre el pistón hacia abajo.

- cámara de combustión inferior (7) del cilindro (3) destinada a alojar el proceso de combustión y actuar sobre el pistón hacia arriba.

30

- turbina (8) de la soplante (1), accionada por los gases de escape destinada a impulsar la soplante (1).

- motor (9) de la soplante (1) destinado a impulsar la soplante en caso de ser insuficiente la impulsión realizada por la turbina (8).

35

- conducto de inyección de combustible (10) de la cámara de combustión (6) responsable de permitir la entrada de combustible a la cámara de combustión (6) durante la carrera descendente.

40

- conducto de inyección de combustible (11) de la cámara de combustión (7) responsable de permitir la entrada de combustible a la cámara de combustión (7) durante la carrera ascendente.

45

- conducto de inyección de agua (12) destinado a la alimentación de agua rociada al aire de la combustión.

El procedimiento de operación del MOTOR ALTERNATIVO REGENERATIVO DE COMBUSTIÓN DE DOBLE EFECTO de combustión interna obedece a un ciclo térmico que comprende los siguientes procesos termodinámicos:

50

- proceso de compresión del aire atmosférico,

- proceso de combustión a volumen constante,

- proceso de combustión y expansión politrópica durante la totalidad de la carrera del pistón con realización simultánea de trabajo mecánico,

5

donde los gases de exhaustación accionan una turbina que impulsa una soplante del aire de combustión y circulan a través del regenerador calentador de aire (2) saliendo a la atmósfera.

10 Los tres procesos mencionados del ciclo térmico se hallan secuencialmente vinculados siguiendo el siguiente orden:

15 La soplante de aire de combustión (1) aspira aire fresco de la atmósfera y lo comprime incrementando ligeramente la presión. El aire impulsado por la soplante (1) pasa por el regenerador calentador de aire (2) en donde incrementa su temperatura. El aire caliente pasa por la válvula de admisión de 2 posiciones y tres vías (4) hacia la cámara de combustión superior (6) del cilindro (3) en donde se realiza la combustión al alimentar gas combustible por el conducto de inyección de combustible (10) a la cámara de combustión superior (6) del cilindro (3) durante la toda la carrera del pistón con la correspondiente realización de trabajo mecánico. Cuando el pistón alcanza el punto muerto bajo, cesa la inyección de combustible y comienza la evacuación de los gases de la combustión a través de la válvula de escape de 2 posiciones y tres vías (5). El gas caliente acciona la turbina (8) que impulsa la soplante de aire de combustión (1) y seguidamente pasa por el regenerador calentador de aire (2) para salir a la atmósfera, cerrando el ciclo térmico.

25

La cámara de combustión inferior (7) del cilindro (3) opera de igual manera que la cámara de combustión superior (6) del cilindro (3), (con un desfase de 180 grados de ciclo) de manera que cuando la cámara de combustión inferior (7) del cilindro (3) está en la fase de combustión y realización de trabajo mecánico, la cámara de combustión superior (6) del cilindro (3) se halla en la fase de evacuación de los gases de combustión y viceversa.

30

El MOTOR ALTERNATIVO REGENERATIVO DE COMBUSTIÓN DE DOBLE EFECTO tienen las siguientes características:

35 - durante la fase de arranque del motor durante la cual no existen gases de escape suficientes para activar la turbina (8) para impulsar la cantidad suficiente de aire de combustión, se dispone del motor (9) acoplado mecánicamente a la soplante (1).

40

- el motor puede estar constituido por varios cilindros similares al cilindro (3).

- el conducto de inyección de agua (12) permite la inyección continua de una dosis de agua nebulizada o vaporizada al aire destinado a la combustión para favorecer el rendimiento térmico del ciclo.

45 **Descripción de realizaciones preferentes de la invención**

La figura 1 muestra la realización preferente del MOTOR ALTERNATIVO REGENERATIVO DE COMBUSTIÓN DE DOBLE EFECTO constituido por los siguientes componentes:

50

- soplante de aire de combustión (1) impulsada por la turbina (8) y opcionalmente por el motor (9) destinada a alimentar la cámara de combustión con aire atmosférico calentado mediante el regenerador calentador de aire (2).
- 5 - regenerador calentador de aire (2).
 - cilindro actuador (3) responsable de realizar trabajo mecánico durante el proceso de expansión isobárica.
- 10 - válvula de admisión de 2 posiciones y tres vías (4), destinada a administrar la entrada de aire de la combustión a cada una de las cámaras de combustión (6) o (7) alternativamente.
 - válvula de escape de 2 posiciones y tres vías (5), destinada a administrar la salida de los gases de escape de la combustión desde cada una de las cámaras de combustión (6) o (7) alternativamente.
- 15 - cámara de combustión superior (6) del cilindro (3) destinada a alojar el proceso de combustión y actuar sobre el pistón hacia abajo.
- 20 - cámara de combustión inferior (7) del cilindro (3) destinada a alojar el proceso de combustión y actuar sobre el pistón hacia arriba.
- turbina (8) de la soplante (1), accionada por los gases de escape destinada a impulsar la soplante (1).
- 25 - motor (9) de la soplante (1) destinado a impulsar la soplante en caso de ser insuficiente la impulsión realizada por la turbina (8).
- 30 - conducto de inyección de combustible (10) de la cámara de combustión (6) responsable de permitir la entrada de combustible a la cámara de combustión (6) durante la carrera descendente.
- 35 - conducto de inyección de combustible (11) de la cámara de combustión (7) responsable de permitir la entrada de combustible a la cámara de combustión (7) durante la carrera ascendente.
- conducto de inyección de agua (12) destinado a la alimentación de agua rociada al aire de la combustión.
- 40 Donde el citado conjunto opera de modo que obedece a un ciclo térmico que comprende los siguientes procesos termodinámicos,
 - proceso de compresión del aire atmosférico,
 - 45 - proceso de combustión a volumen constante,
 - proceso de combustión y expansión politrópica durante la totalidad de la carrera del pistón con realización simultánea de trabajo mecánico, donde los gases de exhaustación accionan una turbina que impulsa una soplante del aire de combustión y circulan a través del regenerador calentador de aire (2) saliendo a la atmósfera,
 - 50

y donde los procesos mencionados del ciclo térmico se hallan secuencialmente vinculados siguiendo el siguiente orden:

5 La soplante de aire de combustión (1) aspira aire fresco de la atmósfera y lo comprime incrementando ligeramente la presión. El aire impulsado por la soplante (1) pasa por el regenerador calentador de aire (2) en donde incrementa su temperatura. El aire caliente
10 pasa por la válvula de admisión de dos posiciones y tres vías (4) hacia la cámara de combustión superior (6) del cilindro (3) en donde se realiza la combustión al alimentar gas combustible por el conducto de inyección de combustible (10) a la cámara de
15 combustión superior (6) del cilindro (3) durante la toda la carrera del pistón con la correspondiente realización de trabajo mecánico. Cuando el pistón alcanza el punto muerto bajo, cesa la inyección de combustible y comienza la evacuación de los gases de la combustión a través de la válvula de escape de dos posiciones y tres vías (5). El gas caliente acciona la turbina (8) que impulsa la soplante de aire de combustión (1) y seguidamente pasa por el regenerador calentador de aire (2) para salir a la atmósfera, cerrando el ciclo térmico.

20 La cámara de combustión inferior (7) del cilindro (3) opera de igual manera que la cámara de combustión superior (6) del cilindro (3), (con un desfase de 180 grados de ciclo) de manera que cuando la cámara de combustión inferior (7) del cilindro (3) está en la fase de combustión y realización de trabajo mecánico, la cámara de combustión superior (6) del cilindro (3) se halla en la fase de evacuación de los gases de combustión y viceversa,

25 y donde durante la fase de arranque del motor durante la cual no existen gases de escape suficientes para activar la turbina (8) para impulsar la cantidad suficiente de aire de combustión, se dispone del motor (9) acoplado mecánicamente a la soplante (1),

y donde el motor puede estar constituido por varios cilindros similares al cilindro (3).

REIVINDICACIONES

1. Motor alternativo regenerativo de combustión de doble efecto, constituido por
- 5 - una soplante de aire de combustión impulsada por una turbina que opera con los gases de exhaustación y opcionalmente por el motor eléctrico, la cual está destinada a alimentar la cámara de combustión con aire atmosférico calentado mediante el regenerador calentador de aire con calor de los gases de exhaustación.
- 10 - regenerador calentador de aire.
- al menos un cilindro actuador responsable de realizar trabajo mecánico durante el proceso de expansión politrópica.
- 15 - válvula de admisión de dos posiciones y tres vías, destinada a administrar la entrada de aire de la combustión a cada una de las cámaras de combustión alternativamente.
- válvula de escape de dos posiciones y tres vías, destinada a administrar la salida de los gases de escape de la combustión desde cada una de las cámaras de combustión
- 20 alternativamente.
- cámara de combustión superior del cilindro destinada a alojar el proceso de combustión y actuar sobre el pistón hacia abajo.
- 25 - cámara de combustión inferior del cilindro destinada a alojar el proceso de combustión y actuar sobre el pistón hacia arriba.
- turbina de la soplante, accionada por los gases de escape destinada a impulsar la soplante de aire de combustión.
- 30 - motor eléctrico de la soplante destinado a impulsar la soplante en caso de ser insuficiente la impulsión realizada por la turbina.
- conducto de inyección de combustible de la cámara de combustión superior responsable de permitir la entrada de combustible a la cámara de combustión superior
- 35 durante la carrera descendente.
- conducto de inyección de combustible de la cámara de combustión inferior responsable de permitir la entrada de combustible a la cámara de combustión inferior durante la
- 40 carrera ascendente.
- conducto de inyección de agua destinado a la alimentación de agua rociada al aire de la combustión.
- 45 y **caracterizado** por
- (a) utilizar un regenerador calentador de aire que opera con los gases procedentes de la exhaustación,
- 50 (b) impulsar la soplante de aire de combustión mediante la turbina de la soplante accionada por los gases de exhaustación, y

(c) disponer de un motor eléctrico acoplado al eje de la turbina de la soplante para ayudar a la soplante de aire de combustión.

5 2. Motor alternativo regenerativo de combustión de doble efecto, según reivindicación 1^a, **caracterizado** por el procedimiento de operación, según el cual, el ciclo térmico comprende tres procesos termodinámicos, los cuales consisten en

- proceso de compresión del aire atmosférico,

10 - proceso de combustión a volumen constante,

- proceso de combustión y expansión politrópica durante la totalidad de la carrera del pistón con realización simultánea de trabajo mecánico, donde los gases de exhaustación accionan una turbina que impulsa una soplante del aire de combustión y circulan a través del regenerador calentador de aire saliendo a la atmósfera.

15 Donde los procesos mencionados del ciclo térmico se hallan secuencialmente vinculados siguiendo el siguiente orden:

20 La soplante de aire de combustión aspira aire fresco de la atmósfera y lo comprime incrementando ligeramente la presión. El aire impulsado por la soplante de aire de combustión pasa por el regenerador calentador de aire en donde incrementa su temperatura. El aire calentado por regenerador pasa por la válvula de admisión de dos posiciones y tres vías hacia la cámara de combustión superior del cilindro en donde se realiza la combustión al alimentar gas combustible por el conducto de inyección de combustible a la cámara de combustión superior del cilindro durante la toda la carrera del pistón con la correspondiente realización de trabajo mecánico. Cuando el pistón alcanza el punto muerto bajo, cesa la inyección de combustible y comienza la evacuación de los gases de la combustión a través de la válvula de escape de dos posiciones y tres vías. El gas caliente acciona la turbina que impulsa la soplante de aire de combustión y seguidamente pasa por el regenerador calentador de aire para salir a la atmósfera, cerrando el ciclo térmico.

35 La cámara de combustión inferior del cilindro opera de igual manera que la cámara de combustión superior del cilindro, (con un desfase de 180 grados de ciclo), de manera que cuando la cámara de combustión inferior del cilindro está en la fase de combustión y realización de trabajo mecánico, la cámara de combustión superior del cilindro se halla en la fase de evacuación de los gases de combustión y viceversa,

40 y donde durante la fase de arranque del motor durante la cual no existen gases de escape suficientes para activar la turbina para impulsar la cantidad suficiente de aire de combustión, se dispone del motor eléctrico acoplado mecánicamente a la soplante.

45 3. Motor alternativo regenerativo de combustión de doble efecto, según reivindicación 1^a y 2^a **caracterizado** por disponer de varios cilindros.

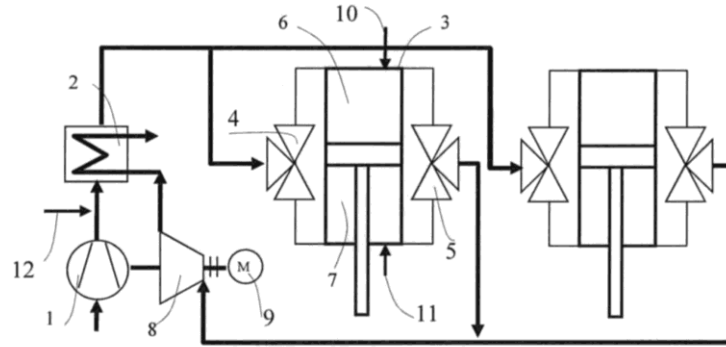


FIGURA 1



- ②① N.º solicitud: 201500095
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 02.02.2015
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **F02B37/10** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	GB 433630 A (GEORGE RODDAM) 19.08.1935, página 2, líneas 16-109; figuras.	1-3
Y	CH 136126 A (BUECHI ALFRED) 31.10.1929, páginas 1-2; figura 1.	1-3
A	US 2633698 A (FREDERICK NETTEL) 07.04.1953, columna 6, línea 50 – columna 8, línea 29; figura 6.	1,2
A	GB 1318788 A (PLESSEY CO LTD) 31.05.1973, página 2, líneas 50-123; figuras.	1,2
A	US 6347605 B1 (WETTERGARD JAN) 19.02.2002, columna 3, líneas 14-64; figura 1.	1

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:

<p>Fecha de realización del informe 17.05.2016</p>	<p>Examinador V. Población Bolaño</p>	<p>Página 1/5</p>
---	--	------------------------------

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

F01B, F02B

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: 17.05.2016

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	GB 433630 A (GEORGE RODDAM)	19.08.1935
D02	CH 136126 A (BUECHI ALFRED)	31.10.1929
D03	US 2633698 A (FREDERICK NETTEL)	07.04.1953

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 invención en estudio tiene por objeto un motor alternativo regenerativo de combustión interna de doble efecto.

El documento D01 describe un motor alternativo regenerativo de combustión interna que incluye (entre paréntesis se indican las referencias empleadas en este documento) un compresor (A) de aire de combustión impulsado por una turbina (B) que opera con los gases de exhaustación; el compresor (A) alimenta la cámara de combustión de un cilindro actuador (E), responsable de realizar trabajo durante un proceso de expansión politrópica, con aire atmosférico calentado por los gases de exhaustación mediante un regenerador calentador (D). Aunque el ciclo térmico propuesto en la solicitud y los elementos básicos para aplicarlo (compresor, turbina y regenerador) se encuentran divulgados en el documento D01, el conjunto reflejado en este documento difiere del propuesto en la reivindicación 1 de la solicitud en que:

- el cilindro no es de doble efecto
- no aparecen elementos que corresponden al funcionamiento de un cilindro de doble efecto (válvulas destinadas a administrar la admisión y escape de una y otra cámara alternativamente, cámaras de combustión superior e inferior y conductos de inyección de combustible de ambas cámaras) ni un motor eléctrico para el caso de ser insuficiente la impulsión realizada por la turbina ni un conducto de inyección de agua rociada al aire de la combustión

Por otra parte, los motores de combustión interna con cilindros de doble efecto son conocidos: el documento D02 presenta un motor del tipo indicado que incluye una soplante (7) de aire de combustión impulsada por una turbina (5) que opera con los gases de exhaustación. Los cilindros de este motor incluyen cámara de combustión superior y cámara de combustión inferior y, aunque no se hace ninguna indicación al respecto, resulta obvio que, para su funcionamiento deben incluir conductos de inyección de combustible en ambas cámaras. El ciclo térmico de operación del motor descrito en este documento no incluye, a diferencia del reivindicado en la solicitud, una etapa de regeneración, ni el conjunto refleja, en consecuencia, un regenerador.

Como puede apreciarse, ninguno de estos dos documentos muestra un conjunto con todos los elementos recogidos en la reivindicación 1. Sin embargo, teniendo en cuenta que en la solicitud no aparece referencia alguna que lleve a concluir que la utilización de un cilindro de doble efecto en un motor que opere bajo el ciclo térmico reivindicado dé lugar a un efecto técnico sinérgico no esperado diferente de la suma de los efectos técnicos individuales conocidos a través de los documentos citados, se considera que para el experto en la materia resultaría obvio emplear un cilindro de doble efecto como el divulgado en el documento D02 en un motor que opere bajo el ciclo resultante de los elementos reflejados en el documento D01.

En cuanto a los elementos incluidos en la reivindicación 1 que no aparecen en los dos documentos citados, se trata de elementos conocidos que el técnico en la materia podría incluir en el conjunto sin que ello resulte inventivo:

- el empleo de válvulas de tipo conocido para administrar la admisión y escape a una y otra cámara se considera obvio
- el motor eléctrico auxiliar es un componente ampliamente utilizado en motores de combustión interna en los que los gases de escape mueven una turbina, al igual que ocurre con los dispositivos para inyectar agua al aire de combustión; a modo de mero ejemplo del uso de estos elementos puede citarse el documento D03, en cuya figura 6 puede apreciarse la utilización de un motor eléctrico (36) auxiliar de impulsión de la turbina (14), así como un conducto de inyección de agua (41).

En consecuencia, el objeto de la reivindicación 1 de la solicitud se considera carente de actividad inventiva de acuerdo al artículo 8 de la Ley 11/1986 de Patentes.

En cuanto a las reivindicaciones 2 y 3 se consideran igualmente carentes de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley 11/1986 de Patentes por los siguientes motivos:

- Reivindicación 2: el ciclo térmico descrito en el documento D01 comprende, como el reivindicado, tres procesos termodinámicos que consisten en:

- proceso de compresión de aire atmosférico
- proceso de combustión a volumen constante
- proceso de expansión politrópica durante la carrera del pistón con realización simultánea de trabajo mecánico, donde los gases de exhaustación accionan una turbina que impulsa un compresor del aire de combustión y circulan a través del regenerador calentador de aire saliendo a la atmósfera.

La diferencia entre el procedimiento de operación reivindicado y el descrito en el documento D01 radica en la entrada y salida de gases en ambas cámaras del cilindro de doble efecto (lo cual, considerando evidente la combinación de los documentos D01 y D02, como se explica más arriba, resultaría obvio) y la utilización del motor durante la fase de arranque, lo cual es ampliamente conocido (véase por ejemplo el documento D03).

- Reivindicación 3: el conjunto mostrado en el documento D02 incluye varios cilindros de doble efecto.