

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 665 366**

21 Número de solicitud: 201600905

51 Int. Cl.:

**F02G 1/043** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**24.10.2016**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**25.04.2018**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDADE DA CORUÑA (100.0%)  
Otri-Universidade Da Coruña, Edificio de  
Servicios Centrales de investigación Campus de  
Elviña s/n  
15071 A Coruña ES**

72 Inventor/es:

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

54 Título: **Planta térmica de módulos conversores de energía acoplados en cascada con calor de origen fósil y/o residual**

57 Resumen:

La planta térmica de módulos conversores de energía acoplados en cascada con calor de origen fósil y/o residual, consiste en una planta térmica que realiza la conversión eficiente de la energía térmica a energía mecánica y/o eléctrica utilizando alternativamente energía de origen fósil o energía residual. La planta dispone de una serie de recuperadores de calor donde cada uno de los cuales alimenta una cascada de módulos conversores termo-actuadores que convierten la energía térmica a mecánica o/y eléctrica según el caso, utilizando ciclos térmicos de procesos cerrados de alta eficiencia incluso a bajas temperaturas.

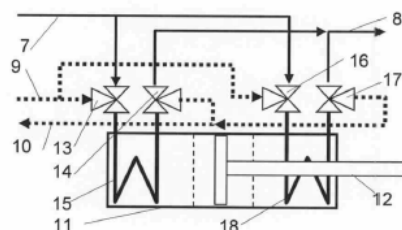


FIGURA 1

**DESCRIPCIÓN**

**PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS  
EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL**

5

**CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION**

La presente invención pertenece al campo técnico de la conversión de energía térmica a mecánica y eléctrica mediante máquinas térmicas híbridas (operan con calor de combustión de origen fósil así como con calor residual)

10

**OBJETIVO DE LA INVENCION**

El objetivo de la presente invención denominada "PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL", es la conversión eficiente de la energía térmica a energía mecánica y/o eléctrica utilizando alternativamente energía de origen fósil o energía residual.

15

La planta térmica de módulos conversores de energía acoplados en cascada operando con calor procedente de combustibles de origen fósil dispone de una serie de recuperadores de calor acoplados en serie donde cada uno de los cuales alimenta una cascada de módulos termo-actuadores que convierten la energía térmica a mecánica en caso de propulsión mecánica o/y eléctrica en caso de planta termoeléctrica según el caso.

20

La planta térmica de módulos conversores de energía acoplados en cascada operando con calor residual dispone al menos de un recuperador de calor donde cada uno de los cuales alimenta una cascada de módulos termo-actuadores que convierten la energía térmica a mecánica en caso de propulsión mecánica o/y eléctrica en caso de planta termoeléctrica según el caso.

25

Cada módulo conversor de energía utiliza ciclos térmicos de procesos cerrados de alta eficiencia incluso a medias y bajas temperaturas.

30

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- Las plantas de ciclo combinado dotadas de sistemas de aprovechamiento de la energía térmica residual tanto de las turbinas de gas que operan con ciclos Brayton como de los motores Diesel incluidos los de propulsión marina están basadas en:
- 5 -la asociación en cascada de la turbina de gas de ciclo Brayton operando con un combustible fósil seguida de un ciclo Rankine alimentado con el calor recuperado de los gases de exhaustación evacuados por la turbina de gas de ciclo Brayton.
  - 10 - la asociación en cascada de uno o más motores alternativos de combustión interna operando con gas natural u otro combustible fósil como el fuel-oil, seguido de una ciclo Rankine alimentado con los calores residuales no aprovechados o rechazados por el motor alternativo, donde el ciclo Rankine puede ser orgánico, incluyendo el ciclo Rankine con uno o dos niveles de presión.
  - 15 - la asociación en cascada de un motor alternativo de combustión interna operando con gas natural u otro combustible fósil como el fuel-oil, donde los gases de escape del motor pasan a las turbo-soplantes y a una turbina de gas que acciona un generador, y posteriormente, los gases evacuados por las turbo-soplantes y la turbina de gas van a un generador de vapor con el cual se alimenta una turbina de vapor de ciclo Rankine conectada al mismo generador eléctrico citado.
  - 20 - la asociación en cascada del motor alternativo de combustión interna operando con gas natural u otro combustible fósil como el fuel-oil, donde los gases de escape del motor pasan a las turbo-soplantes y de aquí a una máquina de ciclo Stirling o Ericsson acoplada a un generador eléctrico.
  - 25 La invención denominada PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL se diferencia esencialmente de los citados ciclos combinados en que el calor residual rechazado por los algunos procesos industriales, así como los gases de combustión de origen fósil pueden combinarse alternativamente para alimentar una
  - 30 máquina compuesta de una serie de recuperadores de calor donde cada uno de los cuales alimenta una cascada de módulos actuadores operando con ciclos térmicos de procesos cerrados de alta eficiencia térmica.



## BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- El invento denominado PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O
- 5 RESIDUAL, opera de manera que tanto el calor residual rechazado por los algunos procesos industriales, así como el calor de los gases de combustión de origen fósil son utilizados para alimentar una máquina constituida por una serie de recuperadores de calor, donde cada uno de los cuales alimenta una cascada de módulos conversores termomecánicos, y donde cada uno de los cuales está constituido por:
- 10 - conductos de alimentación de fluido térmico calefactor,  
- conductos de alimentación de fluido térmico enfriador,  
- válvulas de entrada y salida de los fluidos térmicos calefactor y enfriador,  
- un cilindro termo-actuador que aloja los intercambiadores de calor por los que circulan los fluidos térmicos calefactor y enfriador y el fluido térmico de trabajo.
- 15 El sistema térmico calefactor opera con dos fuentes de energía térmica:
- fuente de energía térmica de origen fósil con combustibles tales como fueloil, diésel, gas natural, hidrógeno, entre otros disponibles, y.  
- fuente de energía térmica de origen residual de alta, media o baja temperatura, la cual es aprovechada mediante intercambiadores recuperadores de calor.

20

## DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- En esta sección se describen a modo ilustrativo y no limitativo, los componentes que constituyen la PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA
- 25 ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL para facilitar la comprensión de la invención en donde se hace referencia a las siguientes figuras:

- La figura 1 representa en detalle un módulo conversor termomecánico (20) de la planta
- 30 térmica, que incluye los siguientes componentes:

- 7 conducto de entrada del fluido térmico calefactor al módulo de conversión (20)  
8 conducto de salida del fluido térmico calefactor del módulo de conversión (20)  
9 conducto de entrada del fluido térmico de enfriamiento al módulo de conversión (20)  
35 10 conducto de salida del fluido térmico de enfriamiento del módulo de conversión (20)

- 11 cilindro termo-actuador
- 12 vástago del cilindro actuador (11)
- 13 válvula de 2/3 (dos posiciones y tres vías) de entrada de los fluidos térmicos calefactor y enfriador de la cámara izquierda del cilindro actuador.
- 5 14 válvula de 2/3 de salida de los fluidos térmicos calefactor y enfriador de la cámara izquierda del cilindro.
- 15 intercambiador de calor entre fluido calefactor-enfriador y fluido de trabajo dentro de la cámara izquierda del cilindro actuador (11).
- 16 válvula de 2/3 de entrada de los fluidos térmicos calefactor y enfriador de la cámara
- 10 derecha del cilindro.
- 17 válvula de 2/3 de salida de los fluidos térmicos calefactor y enfriador de la cámara derecha del cilindro.
- 18 intercambiador de calor entre fluido calefactor-enfriador y fluido de trabajo dentro de la cámara derecha del cilindro actuador (11).
- 15 20 módulo conversor termomecánico, que comprende todos los accesorios (válvulas, intercambiadores de calor) de cada cilindro termo-actuador (11).

La Figura 2, representa de modo esquemático un módulo conversor termomecánico (20) de la planta térmica mostrado en detalle en la figura 1, que incluye:

- 20 7 conducto de entrada del fluido térmico calefactor al módulo conversor termomecánico
- 8 conducto de salida del fluido térmico calefactor del módulo conversor termomecánico
- 9 conducto de entrada del fluido térmico de enfriamiento al módulo conversor termomecánico
- 25 10 conducto de salida del fluido térmico de enfriamiento del módulo conversor termomecánico.

La figura 3, muestra la estructura general de la planta térmica de módulos conversores termomecánicos acoplados en cascada y sistema de alimentación térmica simultáneamente con calor de origen fósil y residual, la cual incluye al menos los

30 componentes siguientes:

- 1 conducto de alimentación de combustible a la cámara de combustión (23)
- 2 conducto de alimentación de aire a la cámara de combustión (23)
- 5 bomba de circulación del circuito calefactor de calor residual



- 7 conducto de entrada del fluido térmico calefactor al módulo conversor termomecánico
- 8 conducto de salida del fluido térmico calefactor del módulo conversor termomecánico
- 9 conducto de entrada del fluido térmico de enfriamiento al módulo conversor termomecánico
- 5 10 conducto de salida del fluido térmico de enfriamiento del módulo conversor termomecánico
- 20 módulo conversor termomecánico, que comprende todos los accesorios de cada cilindro termo-actuador
- 10 21 soplante de alimentación de aire a la cámara de combustión
- 22 calentador de aire de combustión
- 23 cámara de combustión
- 26 intercambiador recuperador de calor residual (26)
- 31 intercambiador de calor de alimentación térmica de los módulos de alta temperatura
- 15 32 intercambiador de calor de alimentación térmica de los módulos de baja temperatura

La Figura 4 muestra el sistema de alimentación térmica con calor de combustión de origen fósil

- 20 1 conducto de alimentación de combustible a la cámara de combustión (23)
- 2 conducto de alimentación de aire a la cámara de combustión (23)
- 5 bomba de circulación del circuito calefactor
- 7 conducto de entrada del fluido térmico calefactor al módulo conversor termomecánico
- 25 8 conducto de salida del fluido térmico calefactor del módulo conversor termomecánico
- 9 conducto de entrada del fluido térmico de enfriamiento al módulo conversor termomecánico
- 10 conducto de salida del fluido térmico de enfriamiento del módulo conversor termomecánico
- 30 20 módulo conversor termomecánico, que comprende todos los accesorios de cada cilindro termo-actuador
- 21 soplante de alimentación de aire a la cámara de combustión (23)
- 22 calentador de aire de combustión
- 23 cámara de combustión
- 35 31 intercambiador de calor de alimentación térmica de los módulos de alta temperatura

32 intercambiador de calor de alimentación térmica de los módulos de baja temperatura

La Figura 5 muestra el sistema de alimentación térmica con calor de origen residual

- 5 5 bomba de circulación del circuito calefactor
- 7 conducto de entrada del fluido térmico calefactor al módulo conversor termomecánico
- 8 conducto de salida del fluido térmico calefactor del módulo conversor termomecánico
- 9 conducto de entrada del fluido térmico de enfriamiento al módulo conversor termomecánico
- 10 10 conducto de salida del fluido térmico de enfriamiento del módulo conversor termomecánico
- 20 módulo conversor termomecánico, que comprende todos los accesorios de cada cilindro termo-actuador
- 15 26 recuperador de calor de origen residual

#### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

- La invención denominada PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL, se caracteriza por permitir que el calor residual rechazado por los algunos procesos industriales, así como los gases de combustión de origen fósil puedan combinarse tanto de modo alternativo como simultáneamente para alimentar una máquina compuesta de al menos un recuperador de calor residual (26), seguido de una serie de recuperadores de calor originado por la combustión de combustibles de origen fósil, (31) y (32) donde cada uno de los cuales alimenta una cascada de módulos conversores termomecánicos (20) que convierten la energía térmica a energía mecánica mediante un fluido térmico de trabajo contenido dentro de un cilindro termo-actuador (11) capaz de accionar un vástago, donde cada módulo conversor termomecánico (20), según las figuras 1 y 2 se halla constituido por:
- conductos de alimentación y evacuación de fluido térmico calefactor, (7) y (8),
  - conductos de alimentación y evacuación de fluido térmico enfriador, (9) y (10),
  - válvulas de entrada y salida de los fluidos térmicos calefactor y enfriador, (13), (14), (16) y (17),



- un cilindro termo-actuador (11) que aloja los intercambiadores de calor (15) y (18) por los que circulan los fluidos térmicos calefactor y enfriador, responsables de transferir el calor del fluido térmico calefactor hacia el fluido térmico de trabajo, y posteriormente, desde el fluido térmico de trabajo hacia el fluido térmico enfriador.

5 El sistema térmico calefactor opera con dos fuentes de energía térmica:

- fuente de energía térmica de origen fósil con combustibles tales como fueloil, diésel, gas natural, hidrógeno, entre otros disponibles, y,

- fuente de energía térmica de origen residual de alta, media o baja temperatura, la cual es aprovechada mediante intercambiadores recuperadores de calor.

10

La PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL se implementa bajo tres estructuras alternativas:

- Planta térmica diseñada para operar con calor de ambas fuentes de energía térmica simultáneamente (calor de combustión de origen fósil y calor de origen residual), según se muestra en la figura 3,

15

- Planta térmica diseñada para operar con calor de combustibles de origen fósil solamente, según la figura 4, y

- Planta térmica diseñada para operar con calor de origen residual solamente, mostrada en la figura 5.

20

La planta térmica diseñada para operar con calor de origen fósil y residual simultáneamente mostrada en la figura 3 está compuesta por al menos los siguientes componentes:

25

- conducto de alimentación de combustible (1) a la cámara de combustión (23),

- conducto de alimentación de aire (2) a la cámara de combustión (23),

- bomba de circulación (5) del circuito calefactor,

- conducto de entrada del fluido térmico calefactor (7) al módulo conversor termomecánico,

30

- conducto de salida del fluido térmico calefactor (8) del módulo conversor termomecánico,

- conducto de entrada del fluido térmico de enfriamiento (9) al módulo conversor termomecánico,



- conducto de salida del fluido térmico de enfriamiento (10) del módulo conversor termomecánico,
- módulo conversor termomecánico (20), que comprende todos los accesorios de cada cilindro termo-actuador,
- 5 - soplante de alimentación de aire (21) a la cámara de combustión (23),
- calentador de aire de combustión (22),
- cámara de combustión (23),
- intercambiador recuperador de calor residual (26),
- intercambiador recuperador de calor de calor (31) de alimentación térmica de los
- 10 módulos de alta temperatura,
- intercambiador recuperador de calor (32) de alimentación térmica de los módulos de baja temperatura.

El procedimiento de operación de la planta térmica para utilizar simultáneamente calor

15 de combustión de origen fósil y calor de origen residual, según se muestra en la figura 3, consiste en aprovechar simultáneamente las dos fuentes de energía térmica (de combustión de origen fósil y la residual), para lo cual, la soplante de alimentación de aire (21) a la cámara de combustión (23), bombea aire atmosférico a través del calentador de aire de combustión (22) por el conducto de alimentación de aire (22),

20 mientras por el conducto de alimentación de combustible (1) se añade combustible de procedencia fósil tal como fueloil, diésel, gas natural o hidrógeno entre otros. Los gases de la combustión a alta temperatura pasan a través del intercambiador recuperador de calor (31) de alimentación térmica a una cascada de módulos conversores termo mecánicos (20). Los gases de combustión que abandonan el

25 intercambiador recuperador de calor (31) de alta temperatura, pasan seguidamente a través del intercambiador recuperador de calor (32) de alimentación térmica a los módulos conversores termo mecánicos (20) que operan a baja temperatura. Los gases de combustión que abandonan el intercambiador recuperador de calor (32) de baja temperatura pasan por el calentador de aire (22) hacia la atmósfera, donde ceden

30 calor al aire de combustión con el consiguiente incremento de temperatura.

La transferencia de calor desde los intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) se efectúa mediante un circuito térmico calefactor por el que circula un fluido térmico calefactor impulsado por la bomba de circulación (5) del

35 circuito calefactor, el cual captura calor en el intercambiador recuperador de calor residual (26), donde incrementa su temperatura y seguidamente recupera calor de los

intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) que es transferido a los módulos conversores termomecánicos (20), siendo aspirado de nuevo a baja temperatura por la bomba (5), repitiendo el ciclo de transferencia de calor.

5 La planta térmica diseñada para operar con calor de combustibles de origen fósil solamente mostrada en la figura 4, está compuesta por al menos los siguientes componentes:

- conducto de alimentación de combustible (1) a la cámara de combustión (23),
- 10 - conducto de alimentación de aire (2) a la cámara de combustión (23),
- bomba de circulación del circuito calefactor (5),
- conducto de entrada del fluido térmico calefactor (7) al módulo conversor termomecánico,
- conducto de salida del fluido térmico calefactor (8) del módulo conversor
- 15 termomecánico,
- conducto de entrada del fluido térmico de enfriamiento (9) al módulo conversor termomecánico,
- conducto de salida del fluido térmico de enfriamiento (10) del módulo conversor termomecánico,
- 20 - módulo conversor termomecánico (20), que comprende todos los accesorios de cada cilindro termo-actuador,
- soplante de alimentación de aire (21) a la cámara de combustión,
- calentador de aire de combustión (22),
- cámara de combustión (23),
- 25 - intercambiador de calor de alimentación térmica de los módulos de alta temperatura (31),
- intercambiador de calor de alimentación térmica de los módulos de baja temperatura (32).

30 El procedimiento de operación de la planta térmica diseñada para operar con calor de combustibles de origen fósil solamente mostrada en la figura 4, consiste en aprovechar el calor de la fuente de energía térmica procedente de la combustión de origen fósil, para lo cual, la soplante de alimentación de aire (21) a la cámara de combustión (23), bombea aire atmosférico a través del calentador de aire de combustión (22) por el

35 conducto de alimentación de aire (2), mientras por el conducto de alimentación de



combustible (1) se añade combustible de procedencia fósil tal como fueloil, diésel, gas natural o hidrógeno entre otros. Los gases de la combustión a alta temperatura pasan a través del intercambiador recuperador de calor (31) de alimentación térmica a una cascada de módulos conversores termo mecánicos (20). Los gases de combustión  
 5 que abandonan el intercambiador recuperador de calor (31) de alta temperatura, pasan seguidamente a través del intercambiador recuperador de calor (32) de alimentación térmica a los módulos conversores termo mecánicos (20) que operan a baja temperatura. Los gases de combustión que abandonan el intercambiador recuperador de calor (32) de baja temperatura pasan por el calentador de aire (22)  
 10 hacia la atmósfera, donde ceden calor al aire de combustión con el consiguiente incremento de temperatura.

La transferencia de calor desde los intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) se efectúa mediante un circuito térmico calefactor por el que circula un fluido térmico calefactor impulsado por la bomba de circulación (5) del  
 15 circuito calefactor, el cual recupera calor de los intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) que es transferido a los módulos conversores termomecánicos (20), siendo aspirado de nuevo a baja temperatura por la bomba (5), repitiendo el ciclo de transferencia de calor.

20 La planta térmica diseñada para operar con calor de origen residual solamente, mostrada en la figura 5, está compuesta por al menos los siguientes componentes:

- bomba de circulación del circuito calefactor (5),
- conducto de entrada del fluido térmico calefactor (7) al módulo conversor  
 25 termomecánico,
- conducto de salida del fluido térmico calefactor (8) del módulo conversor termomecánico,
- conducto de entrada del fluido térmico de enfriamiento (9) al módulo conversor termomecánico,
- 30 - conducto de salida del fluido térmico de enfriamiento (10) del módulo conversor termomecánico,
- módulo conversor termomecánico (20), que comprende todos los accesorios de cada cilindro termo-actuador,
- recuperador de calor de origen residual (26).

35



El procedimiento de operación de la planta térmica diseñada para operar con calor de origen residual solamente, mostrada en la figura 5, consiste en aprovechar el calor de la fuente de energía térmica residual procedente de procesos industriales, incluyendo gases de combustión de máquinas térmicas, para lo cual, la transferencia de calor desde un intercambiador recuperador de calor residual (26) se efectúa mediante un circuito térmico calefactor por el que circula un fluido térmico calefactor impulsado por la bomba de circulación (5) que lo hace circular por el citado recuperador de calor residual (26) que lo transfiere a los módulos conversores termo mecánicos (20), siendo aspirado de nuevo a baja temperatura por la bomba (5), repitiendo el ciclo de transferencia de calor.

### **DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERENTES DE LA INVENCION**

Las figuras 3, 4 y 5 muestran las realizaciones preferentes del PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL las cuales están caracterizadas por los siguientes modos de operación asociados con las estructuras físicas mostradas en las figuras 3, 4 y 5:

La planta térmica diseñada para operar con calor de origen fósil y residual simultáneamente mostrada en la figura 3 cuyo modo de operación consiste en aprovechar simultáneamente las dos fuentes de energía térmica (de combustión de origen fósil y la residual), para lo cual, la soplante de alimentación de aire (21) a la cámara de combustión (23), bombea aire atmosférico a través del calentador de aire de combustión (22) por el conducto de alimentación de aire (22), mientras por el conducto de alimentación de combustible (1) se añade combustible de procedencia fósil tal como fueloil, diésel, gas natural o hidrógeno entre otros. Los gases de la combustión a alta temperatura pasan a través del intercambiador recuperador de calor (31) de alimentación térmica a una cascada de módulos conversores termo mecánicos (20). Los gases de combustión que abandonan el intercambiador recuperador de calor (31) de alta temperatura, pasan seguidamente a través del intercambiador recuperador de calor (32) de alimentación térmica a los módulos conversores termo mecánicos (20) que operan a baja temperatura. Los gases de combustión que abandonan el intercambiador recuperador de calor (32) de baja temperatura pasan por el calentador de aire (22) hacia la atmósfera, donde ceden calor al aire de combustión con el consiguiente incremento de temperatura.



- La transferencia de calor desde los intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) se efectúa mediante un circuito térmico calefactor por el que circula un fluido térmico calefactor impulsado por la bomba de circulación (5) del circuito calefactor, el cual captura calor en el intercambiador recuperador de calor residual (26), donde incrementa su temperatura y seguidamente recupera calor de los intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) que es transferido a los módulos conversores termomecánicos (20), siendo aspirado de nuevo a baja temperatura por la bomba (5), repitiendo el ciclo de transferencia de calor.
- 10 La planta térmica diseñada para operar con calor de combustión utilizando combustibles de origen fósil solamente, mostrada en la figura 4, cuyo modo de operación consiste en aprovechar el calor de la fuente de energía térmica procedente de la combustión de origen fósil, para lo cual, la soplante de alimentación de aire (21) a la cámara de combustión (23), bombea aire atmosférico a través del calentador de aire de combustión (22) por el conducto de alimentación de aire (22), mientras por el conducto de alimentación de combustible (1) se añade combustible de procedencia fósil tal como fueloil, diésel, gas natural o hidrógeno entre otros. Los gases de la combustión a alta temperatura pasan a través del intercambiador recuperador de calor (31) de alimentación térmica a una cascada de módulos conversores termo mecánicos (20). Los gases de combustión que abandonan el intercambiador recuperador de calor (31) de alta temperatura, pasan seguidamente a través del intercambiador recuperador de calor (32) de alimentación térmica a los módulos conversores termo mecánicos (20) que operan a baja temperatura. Los gases de combustión que abandonan el intercambiador recuperador de calor (32) de baja temperatura pasan por el calentador de aire (22) hacia la atmósfera, donde ceden calor al aire de combustión con el consiguiente incremento de temperatura.
- 25 La transferencia de calor desde los intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) se efectúa mediante un circuito térmico calefactor por el que circula un fluido térmico calefactor impulsado por la bomba de circulación (5) del circuito calefactor, el cual recupera calor de los intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) que es transferido a los módulos conversores termomecánicos (20), siendo aspirado de nuevo a baja temperatura por la bomba (5), repitiendo el ciclo de transferencia de calor.

La planta térmica diseñada para operar con calor de origen residual solamente, mostrada en la figura 5, cuyo modo de operación consiste en aprovechar el calor de la fuente de energía térmica residual procedente de procesos industriales, incluyendo gases de combustión de máquinas térmicas, para lo cual, la transferencia de calor desde un intercambiador recuperador de calor residual (26) se efectúa mediante un circuito térmico calefactor por el que circula un fluido térmico calefactor impulsado por la bomba de circulación (5) que lo hace circular por el citado recuperador de calor residual (26) para transferir el calor recuperado a los módulos conversores termo mecánicos (20), siendo aspirado de nuevo a baja temperatura por la bomba (5), repitiendo el ciclo de transferencia de calor.



**REIVINDICACIONES**

1ª. PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL, estructurada para  
5 que el calor residual rechazado por los algunos procesos industriales, así como el calor de los gases de combustión de origen fósil puedan combinarse tanto de modo alternativo como simultáneamente para alimentar una máquina compuesta de al menos un recuperador de calor residual (26), seguido de una serie de intercambiadores recuperadores de calor originado por la combustión de combustibles  
10 de origen fósil, (31) y (32) donde cada uno de los cuales alimenta una cascada de módulos conversores termomecánicos (20) que convierten la energía térmica a energía mecánica mediante un fluido térmico de trabajo contenido dentro de un cilindro termo-actuador (11) capaz de accionar un vástago, donde cada módulo conversor termomecánico (20), se halla constituido por:

- 15 - conductos de alimentación de fluido térmico calefactor, (7) y (8),  
- conductos de alimentación de fluido térmico enfriador, (9) y (10),  
- válvulas de entrada y salida de los fluidos térmicos calefactor y enfriador, (13), (14), (16) y (17),  
- un cilindro termo-actuador (11) que aloja los intercambiadores de calor (15) y (18) por  
20 los que circulan los fluidos térmicos calefactor y enfriador, responsables de transferir el calor del fluido térmico calefactor hacia el fluido térmico de trabajo, y posteriormente, desde el fluido térmico de trabajo hacia el fluido térmico enfriador.

Y donde el sistema térmico calefactor opera con dos fuentes de energía térmica tanto de modo simultáneo como de modo alternativo:

- 25 - la fuente de energía térmica de origen fósil con combustibles tales como fueloil, diésel, gas natural, hidrógeno, entre otros disponibles, cuyo calor es aprovechado mediante los intercambiadores recuperadores de calor (31) y (32), y,  
- la fuente de energía térmica de origen residual recuperado por el intercambiador recuperador de calor residual (26) seguido de los intercambiadores recuperadores de  
30 calor (31) y (32).

Y donde la planta está dotada de al menos los siguientes componentes:

- conducto de alimentación de combustible (1) a la cámara de combustión (23),  
- conducto de alimentación de aire (2) a la cámara de combustión (23),  
- bomba de circulación (5) del circuito calefactor,

- conducto de entrada del fluido térmico calefactor (7) al módulo conversor termomecánico,
- conducto de salida del fluido térmico calefactor (8) del módulo conversor termomecánico,
- 5 - conducto de entrada del fluido térmico de enfriamiento (9) al módulo conversor termomecánico,
- conducto de salida del fluido térmico de enfriamiento (10) del módulo conversor termomecánico,
- módulo conversor termomecánico (20), que comprende todos los accesorios de cada
- 10 cilindro termo-actuador,
- soplante de alimentación de aire (21) a la cámara de combustión (23),
- calentador de aire de combustión (22),
- cámara de combustión (23),
- intercambiador recuperador de calor residual (26),
- 15 - intercambiador recuperador de calor de calor (31) de alimentación térmica de los módulos de alta temperatura,
- intercambiador recuperador de calor (32) de alimentación térmica de los módulos de baja temperatura.

- 20 2ª. PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL, según reivindicación 1ª, caracterizada por poder operar de tres formas distintas:
- planta térmica operando con calor de ambas fuentes de energía térmica simultáneamente (calor de combustión de origen fósil y calor de origen residual),
  - 25 - planta térmica operando con calor de combustibles de origen fósil solamente,
  - planta térmica operando con calor de origen residual solamente.

- 3ª. Procedimiento de operación de la PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE
- 30 ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL, según reivindicación 1ª, caracterizada por aprovechar simultáneamente las dos fuentes de energía térmica (de combustión de origen fósil y la residual), para lo cual, la soplante de alimentación de aire (21) a la cámara de combustión (23), bombea aire atmosférico a través del calentador de aire de combustión (22) por el conducto de alimentación de aire (22), mientras por el
- 35 conducto de alimentación de combustible (1) se añade combustible de procedencia



fósil tal como fueloil, diésel, gas natural o hidrógeno entre otros. Los gases de la combustión a alta temperatura pasan a través del intercambiador recuperador de calor (31) de alimentación térmica a una cascada de módulos conversores termo mecánicos (20). Los gases de combustión que abandonan el intercambiador recuperador de calor (31) de alta temperatura, pasan seguidamente a través del intercambiador recuperador de calor (32) de alimentación térmica a los módulos conversores termo mecánicos (20) que operan a baja temperatura. Los gases de combustión que abandonan el intercambiador recuperador de calor (32) de baja temperatura pasan por el calentador de aire (22) hacia la atmósfera, donde ceden calor al aire de combustión con el consiguiente incremento de temperatura.

La transferencia de calor desde los intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) se efectúa mediante un circuito térmico calefactor por el que circula un fluido térmico calefactor impulsado por la bomba de circulación (5) del circuito calefactor, el cual captura calor en el intercambiador recuperador de calor residual (26), donde incrementa su temperatura y seguidamente recupera calor de los intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) que es transferido a los módulos conversores termomecánicos (20), siendo aspirado de nuevo a baja temperatura por la bomba (5), repitiendo el ciclo de transferencia de calor.

4ª. Procedimiento de operación de la PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL, según reivindicación 1ª, caracterizada por aprovechar el calor de la fuente de energía térmica procedente de la combustión de origen fósil, para lo cual, la soplante de alimentación de aire (21) a la cámara de combustión (23), bombea aire atmosférico a través del calentador de aire de combustión (22) por el conducto de alimentación de aire (22), mientras por el conducto de alimentación de combustible (1) se añade combustible de procedencia fósil tal como fueloil, diésel, gas natural o hidrógeno entre otros. Los gases de la combustión a alta temperatura pasan a través del intercambiador recuperador de calor (31) de alimentación térmica a una cascada de módulos conversores termo mecánicos (20). Los gases de combustión que abandonan el intercambiador recuperador de calor (31) de alta temperatura, pasan seguidamente a través del intercambiador recuperador de calor (32) de alimentación térmica a los módulos conversores termo mecánicos (20) que operan a baja temperatura. Los gases de combustión que abandonan el intercambiador recuperador de calor (32) de baja temperatura pasan por el calentador



de aire (22) hacia la atmósfera, donde ceden calor al aire de combustión con el consiguiente incremento de temperatura.

La transferencia de calor desde los intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) se efectúa mediante un circuito térmico calefactor por el que circula un fluido térmico calefactor impulsado por la bomba de circulación (5) del circuito calefactor, el cual recupera calor de los intercambiadores recuperadores de calor de alta y baja temperatura (31) y (32) que es transferido a los módulos conversores termomecánicos (20), siendo aspirado de nuevo a baja temperatura por la bomba (5), repitiendo el ciclo de transferencia de calor.

10

5ª. Procedimiento de operación de la PLANTA TÉRMICA DE MÓDULOS CONVERSORES DE ENERGÍA ACOPLADOS EN CASCADA CON CALOR DE ORIGEN FÓSIL Y/O RESIDUAL, según reivindicación 1ª, caracterizada por aprovechar el calor de la fuente de energía térmica residual procedente de procesos industriales, incluyendo gases de combustión de máquinas térmicas, para lo cual, la transferencia de calor desde un intercambiador recuperador de calor residual (26) se efectúa mediante un circuito térmico calefactor por el que circula un fluido térmico calefactor impulsado por la bomba de circulación (5) que lo hace circular por el citado recuperador de calor residual (26) para transferir el calor recuperado a los módulos conversores termo mecánicos (20), siendo aspirado de nuevo a baja temperatura por la bomba (5), repitiendo el ciclo de transferencia de calor.

15

20

25

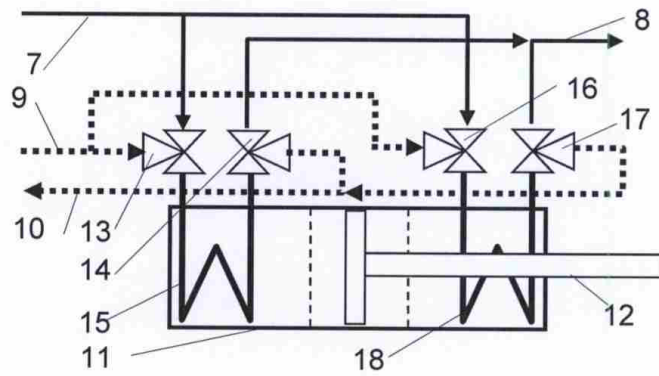


FIGURA 1

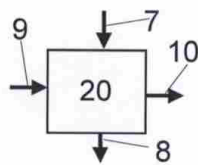


FIGURA 2

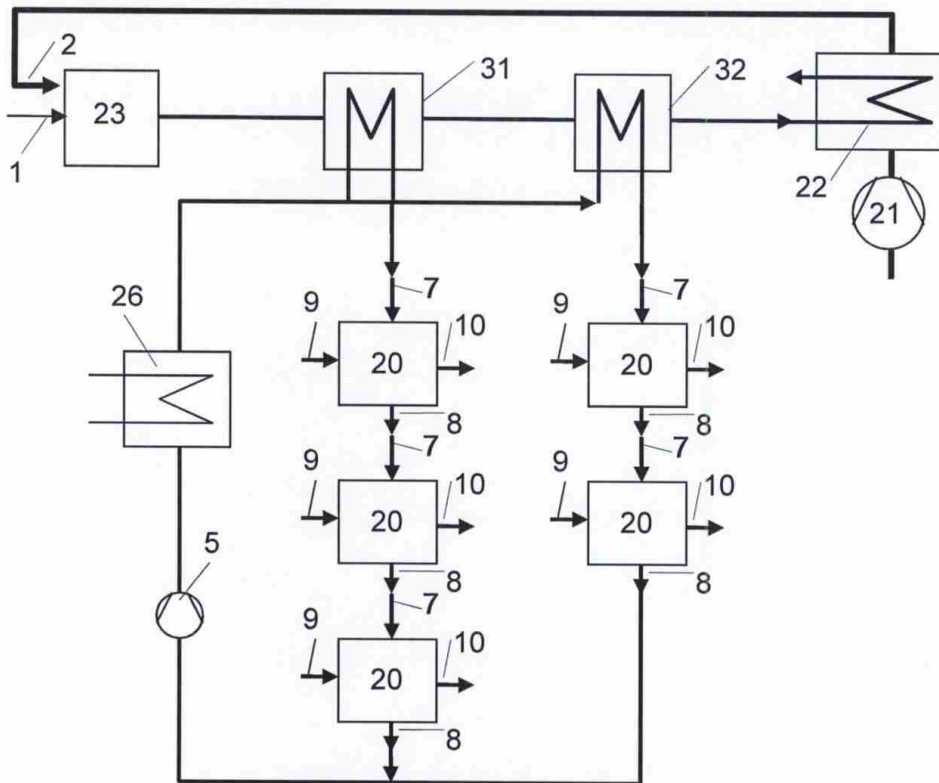


FIGURA 3



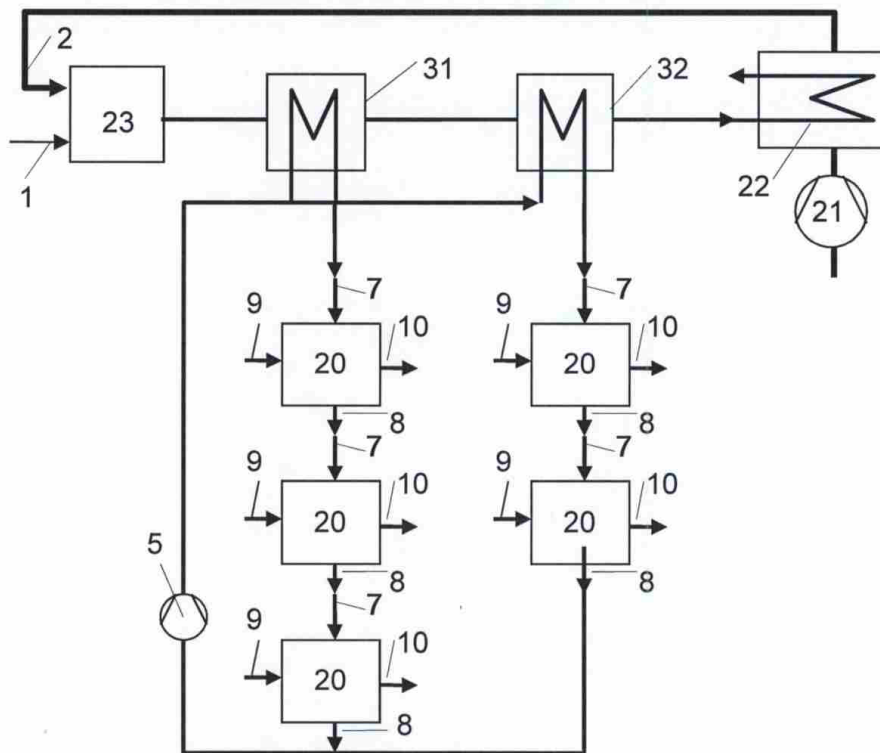


FIGURA 4

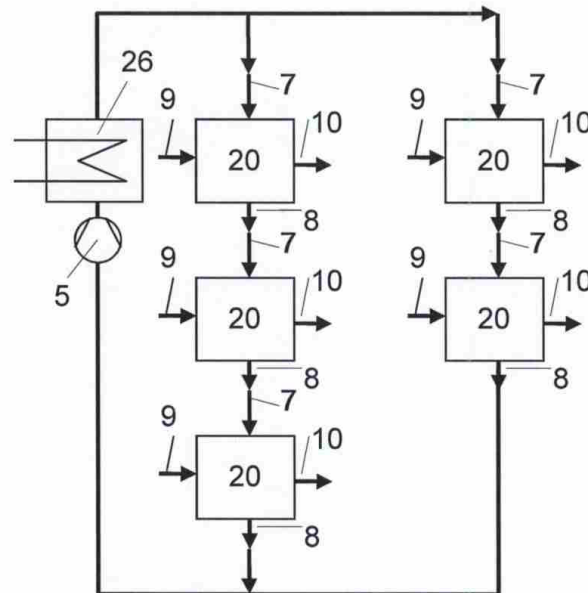


FIGURA 5



- ②① N.º solicitud: 201600905  
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.10.2016  
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **F02G1/043** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados                                                                                                                                                                                   | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Y         | ES 2571004 A1 (UNIV DA CORUNA) 23/05/2016, Página 2, línea 7 - página 6, línea 27; figuras.                                                                                                             | 1-5                        |
| Y         | DE 102010018654 A1 (DEGENER MARTIN) 03/11/2011, párrafos [0016], [0028], [0029], [0033] - [0035], [0038], [0039]; figuras 1 y 2.                                                                        | 1-5                        |
| Y         | US 4747271 A (FISCHER VICTOR H) 31/05/1988, Columna 2, líneas 11 - 19; líneas 41 - 62; columna 7, Líneas 34 - 47; columna 9, línea 9 - columna 10, Línea 25; columna 15, líneas 39 - 51; figuras 1 y 2. | 1-5                        |

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  
28.04.2017

Examinador  
A. Rodríguez Cogolludo

Página  
1/4



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

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: 28.04.2017

**Declaración**

|                                                 |                      |           |
|-------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>            | Reivindicaciones 1-5 | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones     | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b> | Reivindicaciones     | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones 1-5 | <b>NO</b> |

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 DA CORUNA)      | 23.05.2016        |
| D02       | DE 102010018654 A1 (DEGENER MARTIN) | 03.11.2011        |
| D03       | US 4747271 A (FISCHER VICTOR H)     | 31.05.1988        |

**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**

El documento D01 se considera el documento del estado de la técnica más cercano a la invención. D01 divulga una planta térmica formada por módulos conversores termomecánicos constituidos por:

- conductos de alimentación de fluido térmico calefactor (13)
- conductos de alimentación de fluido térmico enfriador (14)
- válvulas de entrada y salida de los fluidos térmicos calefactor y enfriador (6), (7), (8) y (9)
- un cilindro termoactuador (10) que aloja los intercambiadores de calor (3) y (4) por los que circulan los fluidos térmicos calefactor y enfriador, responsables de transferir el calor del fluido térmico calefactor al fluido térmico de trabajo, y posteriormente desde el fluido térmico de trabajo hacia el fluido térmico enfriador.

En D01 existen tres módulos conversores termodinámicos (20), (30), (40) acoplados en cascada con respecto al suministro de energía térmica y que convierten la energía térmica en energía mecánica mediante un fluido de trabajo contenido dentro de los cilindros termoactuadores (10) capaces de accionar los correspondientes vástagos.

La diferencia fundamental entre el objeto de la reivindicación 1 y la planta térmica de D01 es que en la reivindicación 1, la fuente de energía térmica incluye un intercambiador de calor residual seguido de una serie de intercambiadores de calor recuperadores del calor originado por la combustión de combustibles de origen fósil, mientras que en D01, la fuente de energía térmica está constituida por un único intercambiador de calor (11) que podría aprovechar fuentes de calor de origen fósil o residual (ver página 2, líneas 7 - 10).

El disponer del intercambiador de calor residual permitiría a la planta térmica trabajar con mayor versatilidad, al poder emplear de forma simultánea o alternativa una fuente de calor residual y una o varias fuentes de calor de origen fósil. Por otra parte, el disponer de varios intercambiadores recuperadores de calor de origen fósil en serie permitiría conseguir un mejor aprovechamiento de la/s fuente/s de energía térmica de origen fósil, al operar a distintos niveles de temperatura.

El documento D02 se refiere a un módulo conversor termomecánico del tipo de los módulos objeto de la solicitud. D02 plantea (ver párrafo [0016]) la opción de emplear una fuente térmica híbrida entre un combustible fósil y una fuente térmica alternativa. Dicha fuente térmica alternativa podría ser una fuente de calor residual.

El uso de varios intercambiadores de calor en serie para alimentar módulos termoconversores que operan en diferentes rangos de temperatura es una técnica conocida a partir del documento D03 (ver columna 15, líneas 39 - 51 y figura 13).

Se considera que la planta térmica objeto de la reivindicación 1 sería únicamente el resultado de incorporar a la planta térmica de D01 dos opciones de diseño conocidas, relativas a dos problemas técnicos independientes y cuyos efectos técnicos y ventajas son fácilmente deducibles para un experto en la materia. Un experto en la materia habría recurrido de forma obvia a la información divulgada por el documento D02 para incorporar una segunda fuente de energía térmica y habría recurrido a la información divulgada por el documento D03 para lograr un mayor aprovechamiento de la energía de origen fósil con el uso de intercambiadores conectados en serie.

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

Lo mismo podría afirmarse con respecto a la reivindicación dependiente 2 de la solicitud, ya que se deriva de forma evidente del contenido de la reivindicación 1.

Las reivindicaciones 3 a 5 se refieren al procedimiento de operación de la planta térmica de la reivindicación 1 en función de la fuente térmica calefactora empleada: fuente de origen fósil solamente, fuente de origen residual solamente, o ambas simultáneamente. Dichos modos de operación resultarían obvios para un experto en la materia a la vista de la configuración de la planta objeto de la reivindicación 1.

Por tanto, las reivindicaciones 3 a 5 de la solicitud serían nuevas (art. 6.1 Ley 11/1986), pero no presentarían actividad inventiva (art. 8.1 Ley 11/1986).