

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 860**

21 Número de solicitud: 201630668

51 Int. Cl.:

F25B 9/00 (2006.01)

F02G 5/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

24.05.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

24.11.2017

71 Solicitantes:

**PUJOL LATRE, Máximo (100.0%)
C. de Sant Josep, 55, 1r. 1a.
08242 MANRESA (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

PUJOL LATRE, Máximo

74 Agente/Representante:

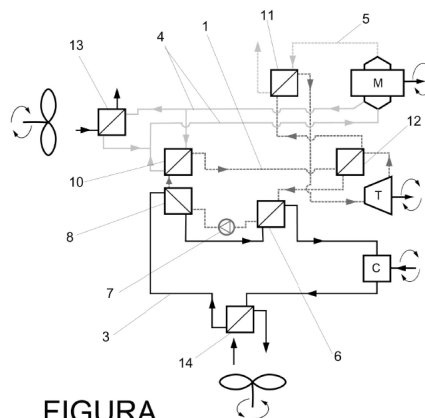
SALVA FERRER, Joan

54 Título: **SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PARA UN VEHÍCULO AUTOMÓVIL O GRUPO ELECTRÓGENO**

57 Resumen:

Sistema de producción de energía para un vehículo automóvil o grupo electrógeno.

Se caracteriza por el hecho de que comprende un circuito (1) de trabajo termodinámico que emplea dióxido de carbono para obtener energía mediante una turbina (T) de expansión de dicho dióxido de carbono, y por el hecho de que comprende un circuito (3) frigorífico provisto de un intercambiador (6) de calor dimensionado para condensar mediante un fluido refrigerante una fracción del dióxido de carbono expulsado por la turbina (T), incluyendo el mismo circuito (3) frigorífico un segundo intercambiador (8) dimensionado para evaporar dióxido de carbono ya condensado mediante el mismo fluido refrigerante, una vez dicho fluido refrigerante ha sido comprimido para poder aportar calor.



FIGURA

DESCRIPCIÓN

SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PARA UN VEHÍCULO AUTOMÓVIL O GRUPO ELECTRÓGENO

5

La presente invención se refiere a un sistema de producción de energía para un vehículo automóvil o para un grupo electrógeno móvil provisto de un motor de combustión que permite incrementar el rendimiento energético global de dicho vehículo o grupo electrógeno aprovechando el calor residual de los gases de escape del motor.

10

Antecedentes de la invención

Los motores de combustión interna aprovechan tan sólo un tercio de la energía procedente del carburante para generar energía mecánica. Los dos tercios restantes de energía se desechan y liberan al ambiente exterior a través de los gases de escape o del circuito de refrigeración del motor.

15

Son conocidos sistemas de producción de energía para vehículos automóviles que aprovechan el calor residual de los gases de escape del motor mediante circuitos de trabajo termodinámico que emplean fluidos de trabajo diversos, tales como vapor de agua o soluciones de agua y amoníaco.

20

La patente DE102009024776 describe un sistema de producción de energía para un vehículo automóvil en el que el fluido de trabajo (por ejemplo, agua) es bombeado hasta un intercambiador de calor dimensionado para evaporar una fracción de este fluido mediante energía térmica procedente de los gases de escape. El sistema incluye también un circuito frigorífico para enfriar el fluido de trabajo a la salida de una turbina de expansión de dicho fluido que obtiene energía mecánica a partir del fluido de trabajo.

25

Los sistemas de producción de energía existentes, como el que describe la citada patente, presentan el inconveniente de que poseen un bajo rendimiento energético y, además, resultan complejos de implementar en un vehículo automóvil.

30

Descripción de la invención

35

El objetivo de la presente invención es el de proporcionar un sistema de producción de energía

para un vehículo automóvil que resuelve los inconvenientes citados y presenta las ventajas que se describirán a continuación.

De acuerdo con este objetivo, según un primer aspecto, la presente invención proporciona
5 sistema de producción de energía para un vehículo automóvil o para un grupo electrógeno
móvil provisto de un motor de combustión, que se caracteriza por el hecho de que comprende
un circuito de trabajo termodinámico que emplea dióxido de carbono para obtener energía
mediante una turbina de expansión de dicho dióxido de carbono, y por el hecho de que
10 comprende un circuito frigorífico provisto de un intercambiador de calor, que está
dimensionado para condensar mediante un fluido refrigerante una fracción del dióxido de
carbono expulsado por la turbina, incluyendo el mismo circuito frigorífico un segundo
intercambiador dimensionado para evaporar dióxido de carbono ya condensado mediante el
mismo fluido refrigerante, una vez dicho fluido refrigerante ha sido comprimido para poder
15 aportar calor al ser condensado.

A diferencia de los sistemas del estado de la técnica, que emplean el calor aportado por los
gases de escape del vehículo para evaporar el fluido de trabajo que entra a la turbina de
expansión, el sistema reivindicado presenta la ventaja de que el fluido de trabajo, que es
dióxido de carbono, es evaporado mediante el calor aportado por el fluido refrigerante del
20 propio circuito frigorífico durante el ciclo de refrigeración al condensar el gas frigorífico.

En efecto, se ha observado que el calor absorbido y generado por el fluido refrigerante en el
circuito de frigorífico es suficiente en exceso para evaporar el dióxido de carbono que ha sido
previamente condensado a una presión de 30 bares durante el ciclo de evaporación del mismo
25 fluido refrigerante. Se obtiene así, un sistema muy simple y de alta eficiencia energética que
es además inocuo.

Según una realización preferida, el circuito de trabajo termodinámico comprende un tercer
intercambiador de calor dimensionado para enfriar la temperatura del dióxido de carbono
30 expulsado por la turbina antes de que dicho dióxido de carbono entre al intercambiador donde
será condensado. En particular, dicho tercer intercambiador de calor está dimensionado para
enfriar la temperatura del dióxido de carbono expulsado por la turbina mediante dióxido de
carbono evaporado en el intercambiador de calor del circuito frigorífico.

Este tercer intercambiador presenta la ventaja de que permite recuperar el calor del dióxido
35 de carbono gas que es expulsado por la turbina para disminuir el consumo de energía de la

bomba de calor (compresor) del circuito frigorífico. Este calor recuperado puede ser empleado para calentar el dióxido de carbono ya evaporado del circuito de trabajo.

5 Preferiblemente, el circuito de trabajo termodinámico comprende un cuarto intercambiador de calor dimensionado para incrementar la temperatura del dióxido de carbono evaporado hasta una temperatura igual o superior a 300°C mediante el calor procedente de los gases de escape del motor de combustión de dicho vehículo o grupo electrógeno.

10 A diferencia de los sistemas del estado de la técnica, en el sistema de la presente invención, el calor de los gases de escape del motor de combustión se emplea para calentar el dióxido de carbono ya evaporado, antes de su entrada a la turbina.

15 Ventajosamente, el circuito de trabajo termodinámico comprende un quinto intercambiador de calor dimensionado para incrementar la temperatura del dióxido de carbono evaporado a la salida del intercambiador de calor del circuito frigorífico mediante el calor procedente de un circuito de refrigeración del motor de combustión del vehículo o grupo electrógeno.

20 Este quinto intercambiador calor permite aprovechar una parte del calor del sistema que se expulsa a través del circuito convencional de refrigeración del motor, para sobrecalentar el dióxido de carbono ya evaporado.

25 Preferiblemente, el circuito frigorífico incluye una máquina para comprimir mecánicamente el fluido refrigerante y medios para accionar dicha máquina mediante energía mecánica procedente del motor de combustión de dicho vehículo o grupo electrógeno.

De este modo, el compresor del circuito frigorífico puede ser accionado sin ningún coste energético añadido.

30 Ventajosamente, el motor de combustión acciona la turbina aplicada a la tracción mecánica y el compresor del circuito frigorífico, lo que permite repartir automáticamente los esfuerzos independientemente según le convenga al vehículo y así, por ejemplo, en una retención o frenada de movimiento el compresor acumula energía frigorífica sin consumir carburante consiguiendo una reducción adicional del consumo medio del vehículo en circulación, mejorando el rendimiento calculado.

35 Según una realización preferida, el circuito frigorífico del sistema está dimensionado o

adaptado para condensar una fracción del dióxido de carbono a una temperatura igual o inferior a -6°C y a una presión igual o inferior a 30 bar, y para evaporar dicho dióxido de carbono condensado a una temperatura igual o superior a 30°C y a una presión igual o superior a 65 bar.

5

Según un segundo aspecto, la presente invención proporciona un vehículo automóvil provisto de un motor de combustión que comprende el sistema de producción de energía reivindicado, donde la turbina de expansión de dióxido de carbono está conectada al motor de dicho vehículo o grupo electrógeno, siendo susceptible una fracción de la energía mecánica procedente de la turbina de ser empleada para accionar el vehículo o grupo electrógeno.

10

En la presente invención, por circuito frigorífico se entenderá, preferiblemente, un circuito que emplea un fluido refrigerante y una máquina o compresor para comprimir mecánicamente dicho fluido.

15

Breve descripción de las figuras

Para mejor comprensión de cuanto se ha expuesto se acompaña un dibujo o figura en el que, esquemáticamente y tan sólo a título de ejemplo no limitativo, se representa un caso práctico de realización.

20

La figura muestra un diagrama esquemático del principio de funcionamiento del sistema.

Descripción de una realización preferida

25

A continuación se describe una realización preferida del sistema haciendo referencia a la única figura.

La realización que se describe incluye un circuito 1 de trabajo termodinámico que emplea dióxido de carbono y una turbina T de expansión de dicho dióxido de carbono. Durante el ciclo de trabajo, el dióxido de carbono adquiere una presión de 30 bar, a -6°C de temperatura en estado líquido, y una presión de 65 bar, a una temperatura de 400°C en estado gaseoso, antes de su entrada en la turbina T de expansión.

30

Para adquirir estas condiciones de trabajo se emplea un circuito 3 frigorífico para condensar y evaporar el dióxido de carbono, y dos circuitos 4, 5 de sobrecalentamiento del dióxido de

35

carbono evaporado que permiten incrementar la temperatura del dióxido de carbono hasta la temperatura de trabajo de 400°C, antes de su entrada en la turbina T de expansión.

5 El circuito 3 frigorífico está provisto de un intercambiador 6 de calor adaptado para condensar mediante un fluido refrigerante una fracción del dióxido de carbono expulsado por la turbina T de expansión. A la salida del intercambiador 6 de calor, el dióxido de carbono se encuentra estado líquido y a una presión de 30 bar, listo para ser inyectado mediante una bomba 7 hasta un segundo intercambiador 8 de calor donde el dióxido de carbono es evaporado empleando el mismo fluido refrigerante, una vez dicho fluido ha sido comprimido para poder aportar calor,
10 en la condensación del mismo.

Tal y como se ha comentado en la descripción de la invención, se ha observado que el calor absorbido por el fluido refrigerante durante el ciclo de refrigeración del dióxido de carbono es suficiente en exceso para evaporar el dióxido de carbono mediante el calor aportado con la
15 compresión y condensación de dicho fluido refrigerante por medio de una máquina o compresor C de dicho fluido refrigerante.

A la salida del segundo intercambiador 8, el dióxido de carbono evaporado a una presión de 65 bar y una temperatura de 30°C, se calienta mediante un primer circuito 4 que incluye un
20 intercambiador 10 de calor destinado a aprovechar el calor procedente del fluido de refrigeración del motor M de combustión del vehículo o grupo electrógeno, y un segundo circuito 5 que incluye un intercambiador 11 de calor destinado a aprovechar el calor procedente de los gases de escape del motor M de combustión. A la salida de ambos circuitos 4, 5 de calentamiento, el dióxido de carbono en estado gaseoso posee una temperatura de
25 trabajo adecuada para entrar en la turbina T de expansión que permite obtener energía mecánica para accionar el vehículo o grupo electrógeno.

En la realización que se describe, el circuito 1 de trabajo termodinámico presenta la particularidad de que comprende un intercambiador 12 de calor dimensionado para enfriar la
30 temperatura del dióxido de carbono expulsado por la turbina T de expansión al objeto de reducir el consumo de energía de la máquina o compresor C del fluido refrigerante. Este intercambiador 12 de calor presenta la ventaja de que está adaptado para recuperar el calor del dióxido de carbono gas que es expulsado por la turbina T de expansión y transferirlo al dióxido de carbono evaporado del circuito 1 de trabajo, antes de que dicho dióxido de carbono
35 entre al intercambiador 11 de calor del circuito 5 de aprovechamiento del calor residual de los gases de escape del motor M de combustión del vehículo o grupo electrógeno.

En conjunto, el sistema reivindicado permite obtener un vehículo o grupo electrógeno con un rendimiento energético global del 55 %, reduciendo con ello el consumo de carburante y por lo tanto la contaminación atmosférica generada por los vehículos o grupos electrógenos que incluyen motores de combustión interna. Además, el sistema es muy seguro, puesto que el dióxido de carbono es un fluido inocuo para el medio ambiente.

El exceso de calor es expulsado a través de un primer radiador 14 del circuito frigorífico 3 y de un segundo radiador 13 del circuito 4 de refrigeración del motor M.

Seguidamente se describe un ejemplo de realización del sistema para un grupo electrógeno *Diésel* de 100 KW de potencia que equivale a un consumo de 8,6 kg de gasóleo por hora o 86000 Kcal/h.

Datos y condiciones de trabajo

Para una potencia de consumo de 100 KW y un rendimiento del 32%, la potencia conseguida por el motor es de 32 KW que equivale a 27.520 Kcal/h.

La potencia del alternador y auxiliares es de 7 KW que equivale a 6020 Kcal/h.

La potencia mecánica útil del sistema de transmisión es de 25 KW.

Calor de refrigeración del motor es de 20.000 Kcal/h que equivale a 23,25 KW.

Calor gases de escape es de 34.000 Kcal/h que equivale a 40 KW.

Calor recuperable de los gases de escape es de $34.000 \times 0,85$ (rendimiento) = 28.900 Kcal/h,

donde 34.000 Kcal/h es el calor de los gases de escape y donde 0,85 es el rendimiento del intercambiador de calor.

Temperatura del dióxido de carbono a la entrada de la turbina es de 400°C.

Presión del dióxido de carbono a la entrada de la turbina es de 65 bar.

Presión del dióxido de carbono del escape de la turbina es de 30 bar.

Temperatura del dióxido de carbono a la entrada del intercambiador referenciado con el número 8 es de - 6°C.

El caudal de dióxido de carbono necesario es de 680 Kg/h.

Temperatura de evaporación en el intercambiador de calor referenciado con el número 8 es de 30°C.

Cálculos

- *Calor de evaporación y calentamiento del dióxido de carbono (Q8) en el intercambiador/evaporador con número de referencia 8 en la figura*

5

La evaporación del dióxido de carbono tiene lugar en el intercambiador/evaporador de calor con un aporte de calor, según cálculo;

10 $Q8 = 680 (55 + 0,202 (30 - (-6))) = 42.346,6$ Kcal/h, donde 680 es el caudal de dióxido de carbono en kg/h, 55 es el calor de evaporación del dióxido de carbono en Kcal/kg, donde 0,202 es el calor específico de dióxido de carbono en Kcal/kg°C, donde 30 es la temperatura del dióxido de carbono a la salida del intercambiador de calor 8 en °C y donde -6 es la temperatura del dióxido de carbono a la entrada del intercambiador de calor 8 en °C.

- 15 - *Calor de calentamiento del dióxido de carbono (Q10) en el intercambiador/recuperador de calor con número de referencia 10 en la figura*

20 El gas evaporado hasta la temperatura de 30°C que sale del intercambiador/evaporador de calor 8 es conducido al intercambiador/recuperador de calor 10 alimentado con el circuito de refrigeración del motor Diésel alcanzando los 90°C con el aporte de calor según cálculo;

25 $Q10 = 680 \times 0,202 (90 - 30) = 8.241,6$ Kcal/h, donde 680 es el caudal de dióxido de carbono en kg/h, donde 0,202 es el calor específico de dióxido de carbono en Kcal/kg°C, donde 90 es la temperatura del dióxido de carbono a la salida del intercambiador/recuperador de calor 10 en °C y donde 30 es la temperatura del dióxido de carbono a la entrada del intercambiador/recuperador de calor 10 en °C.

- *Calor de de calentamiento del dióxido de carbono (Q12) en el intercambiador/recuperador con número de referencia 12*

30

Una vez el flujo de gas de dióxido de carbono sale del intercambiador/recuperador de calor 10 se dirige al intercambiador/recuperador de calor 12 donde se recalienta con el gas de dióxido de carbono procedente de la turbina, que tiene una temperatura de escape de 265°C, alcanzando una temperatura de 190°C con el aporte de calor según cálculo;

35

Q12 = 680 x 0,202 (190 – 90) = 13.736 Kcal/ h, donde 680 es el caudal de dióxido de carbono en kg/h, donde 0,202 es el calor específico de dióxido de carbono en Kcal/kg°C, donde 190 es la temperatura del dióxido de carbono a la salida del intercambiador/recuperador de calor 12 en °C y donde 90 es la temperatura del dióxido de carbono a la entrada del intercambiador/recuperador de calor 12 en °C.

- *Calor de calentamiento del dióxido de carbono (Q11) en el intercambiador/recuperador de calor con número de referencia 11*

A continuación el dióxido de carbono es calentado de nuevo en el intercambiador 11 alimentado con los gases de escape del motor *Diesel* hasta alcanzar la temperatura máxima de trabajo de 400°C con el aporte de calor según cálculo;

Q11 = 680 x 0,202 (400 - 190) = 28.845 Kcal/h, donde 680 es el caudal de dióxido de carbono en kg/h, donde 0,202 es el calor específico de dióxido de carbono en Kcal/kg°C, donde 400 es la temperatura del dióxido de carbono a la salida del intercambiador/recuperador de calor 11 en °C y donde 190 es la temperatura del dióxido de carbono a la entrada del intercambiador/recuperador de calor 11 en °C.

- *Aprovechamiento en la turbina de la energía interna acumulada en el gas dióxido de carbono del circuito y condiciones a la salida del intercambiador/recuperador con número de referencia 12*

Las condiciones del dióxido de carbono a la entrada de la turbina son de 400°C de temperatura y 65 bar de presión. El gas dióxido de carbono acciona la turbina donde se expande realizando trabajo y en consecuencia cede la energía interna conseguida quedando finalmente a la salida de la turbina en las condiciones de 265°C de temperatura y 52 bar de presión. El dióxido de carbono procedente del escape de la turbina es enfriado en el intercambiador 12 con el flujo de gas de dióxido de carbono procedente del intercambiador/recuperador de calor 10 hasta 165°C de temperatura.

- *Calor de enfriamiento del dióxido de carbono (Q12a) en el intercambiador/recuperador de calor con número de referencia 12*

El gas dióxido de carbono de escape de la turbina que se encuentra a una temperatura de 265°C y una presión de 52 bar, se utiliza en el intercambiador/recuperador de calor 12 para

calentar el gas dióxido de carbono procedente del intercambiador/recuperador 10, alcanzando una temperatura de 190°C con el aporte de calor según cálculo;

5 $Q_{12a} = 680 \times 0,202 (165 - 265) = - 13.736 \text{ Kcal/ h}$, donde 680 es el caudal de dióxido de carbono en kg/h, donde 0,202 es el calor específico de dióxido de carbono en Kcal/kg°C, donde 165 es la temperatura del dióxido de carbono a la salida del intercambiador/recuperador de calor 12 en °C y donde 265 es la temperatura del dióxido de carbono a la entrada del intercambiador/recuperador de calor 12 en °C.

10 - *Cálculos previos al cálculo del calor de licuación del dióxido de carbono en el intercambiador/condensador de calor con número de referencia 6*

El ciclo se concluye una vez el gas dióxido de carbono vuelve a las condiciones iniciales que son de 30 bar de presión y -6°C de temperatura, para tal hecho es necesario que el gas dióxido de carbono se enfríe hasta licuarse en el intercambiador/condensador de referencia numérica 6.

El gas dióxido de carbono realizará un trabajo de expansión (a volumen constante) mediante un cambio de presión de 52 bar a 30 bar, a la entrada del intercambiador/condensador 6. Dicho trabajo de expansión se produce al entrar al intercambiador/condensador 6, produciendo un enfriamiento frigorífico de 165°C a -20,3°C, según cálculo;

25 $P_1 / T_1 = P_2 / T_2$; donde P_1 es la presión en bar del dióxido de carbono a la entrada del intercambiador/condensador 6, donde T_1 es la temperatura en grados Kelvin a la entrada del condensador 6, donde P_2 es la presión en bar del dióxido de carbono en el intercambiador/condensador 6, donde T_2 es la temperatura en grados Kelvin del dióxido de carbono en el intercambiador/condensador 6.

30 Aislado T_2 , se obtiene que la temperatura T_2 del dióxido de carbono en el intercambiador/condensador 6 es, según cálculo;

35 $T_2 = (165 + 273) \times 30 / 52 = 252,3^\circ \text{ K} = - 20,3^\circ \text{C}$, donde 165 es la temperatura del dióxido de carbono a la entrada del intercambiador/condensador 6 en °C, donde 273 es un factor para convertir la temperatura a grados Kelvin, donde 30 es la presión del dióxido de carbono en el intercambiador/condensador 6 en bar, y donde 52 es la presión del dióxido de carbono a la entrada del intercambiador/condensador 6 en bar.

Al producirse el enfriamiento del gas dióxido de carbono de 165°C a -20,3°C, éste realiza un aporte interno de calor a la entrada al intercambiador 6, que denominaremos calor de condensación, debido a que se produce una condensación al adquirir la temperatura de equilibrio de -6°C a 30 bar, según cálculo;

$Q = 0,202 \times Dt = 0,202 (-20,3 - (-6)) = 3 \text{ Kcal / kg CO}_2$, donde 0,202 es el calor específico de dióxido de carbono en Kcal/kg°C, donde - 20,3°C es la temperatura del dióxido de carbono a la entrada del intercambiador/condensador 6, y donde -6°C es la temperatura del dióxido de carbono en estado líquido en las condiciones de trabajo de 30 bar. .

- *Calor de licuación del dióxido de carbono en el intercambiador/condensador de calor con número de referencia 6*

El consumo de energía para la condensación del gas dióxido de carbono en el intercambiador/condensador 6 resultará según cálculo;

$Q_6 = 680 (55 - 3) = 35.360 \text{ Kcal/h}$, donde 680 es el caudal de dióxido de carbono en kg/h, donde 55 es el calor de condensación del dióxido de carbono en Kcal/kg y - 3 es el calor de condensación ya adquirido al entrar al intercambiador/condensador 6 en Kcal/kg.

Para que se pueda producir al condensación se necesita la refrigeración aportada por la bomba de calor C que consume 11.787 Kcal/h (13,7 Kw), que añadidos al calor Q6 nos suministra la energía térmica en exceso del intercambiador/evaporador 8.

- *Calor evacuado del sistema*

El calor que debe ser evacuado al exterior se efectuará mediante los radiadores 13, 14, según cálculo;

$Q_{13} = 20.000 - 8.241 = 11.759 \text{ Kcal/h}$, donde 20.000 es el calor de refrigeración del motor en Kcal/h y donde 8.241 es el calor del intercambiador de calor 10 en Kcal/h.

$Q_{14} = Q_6 + Q_C - Q_8 = 4.801 \text{ Kcal /h}$, donde Q6 es el calor en el intercambiador 6 en Kcal/h, donde Q_C es el calor de la bomba de calor/compresor referenciado con la letra C en Kcal/h y donde Q8 es el calor en el intercambiador de calor 8 en Kcal/h.

- *Calor útil del sistema*

El calor útil del sistema es, según cálculo;

5 $Q = Q8 + Q10 + Q11 + Q12 + Q12a - Q6 - QC = 32.286,2 \text{ Kcal/h}$ (37,5 Kw), donde Q8 es el calor en el intercambiador/evaporador 8 en Kcal/h, donde Q10 es el calor en el intercambiador/recuperador de calor 10 en Kcal/h, donde Q11 es el calor en el intercambiador/recuperador 11 en Kcal/h, donde Q12 es el calor en el intercambiador/recuperador 12 en Kcal/h, donde Q12a es el calor en el
 10 intercambiador/recuperador 12, donde Q6 es el calor en el intercambiador/condensador 6 en Kcal/h y donde QC es el calor de la bomba de calor/compresor referenciado con la letra C en la figura en Kcal/h.

Rendimientos

15

- *Rendimiento resultante del sistema*

El rendimiento resultante es, según cálculo; $(32.286,2 - 11.787) / (34.000 + 20.000) = 0,38$ que equivale a un 38%, donde 32.286,2 es el calor útil del sistema en Kcal/h, donde 11.787
 20 es la potencia de la bomba de calor en Kcal/h y donde la suma de 34.000 y 20.000 es la energía que se utiliza en el sistema Kcal/h.

- *Rendimiento global del sistema*

25 Rendimiento global es, según cálculo; $(20.499,2 + 27.520) / 86.000 = 0,558$ que equivale a un 55,8 %, donde 20.499,2 es la diferencia entre 32.286,2 que es el calor útil en Kcal/h y 11.787 es la potencia de la bomba de calor en Kcal/h, donde 27.520 es la potencia conseguida por el motor en Kcal/h y donde 86.000 es el calor producido por un grupo electrógeno de 100 KW con un consumo de 8,6 kg de gasóleo por hora en Kcal/h.

30

Balance térmico del sistema

27.520 Kcal/h aportados por el motor

6.020 Kcal/h aportados por el alternador y auxiliares

35 32.286,2 Kcal/h aportados de calor útil en la turbina

16.560 Kcal/h de calor de los intercambiadores/evacuadores de calor 13 y 14

Si se tiene en cuenta que el calor producido por un grupo electrógeno de 100 KW con un consumo de 8,6 kg de gasóleo por hora es de 86.000 Kcal/h, se deduce una diferencia de 3.613 Kcal/h que corresponden a pérdidas de radiación del sistema.

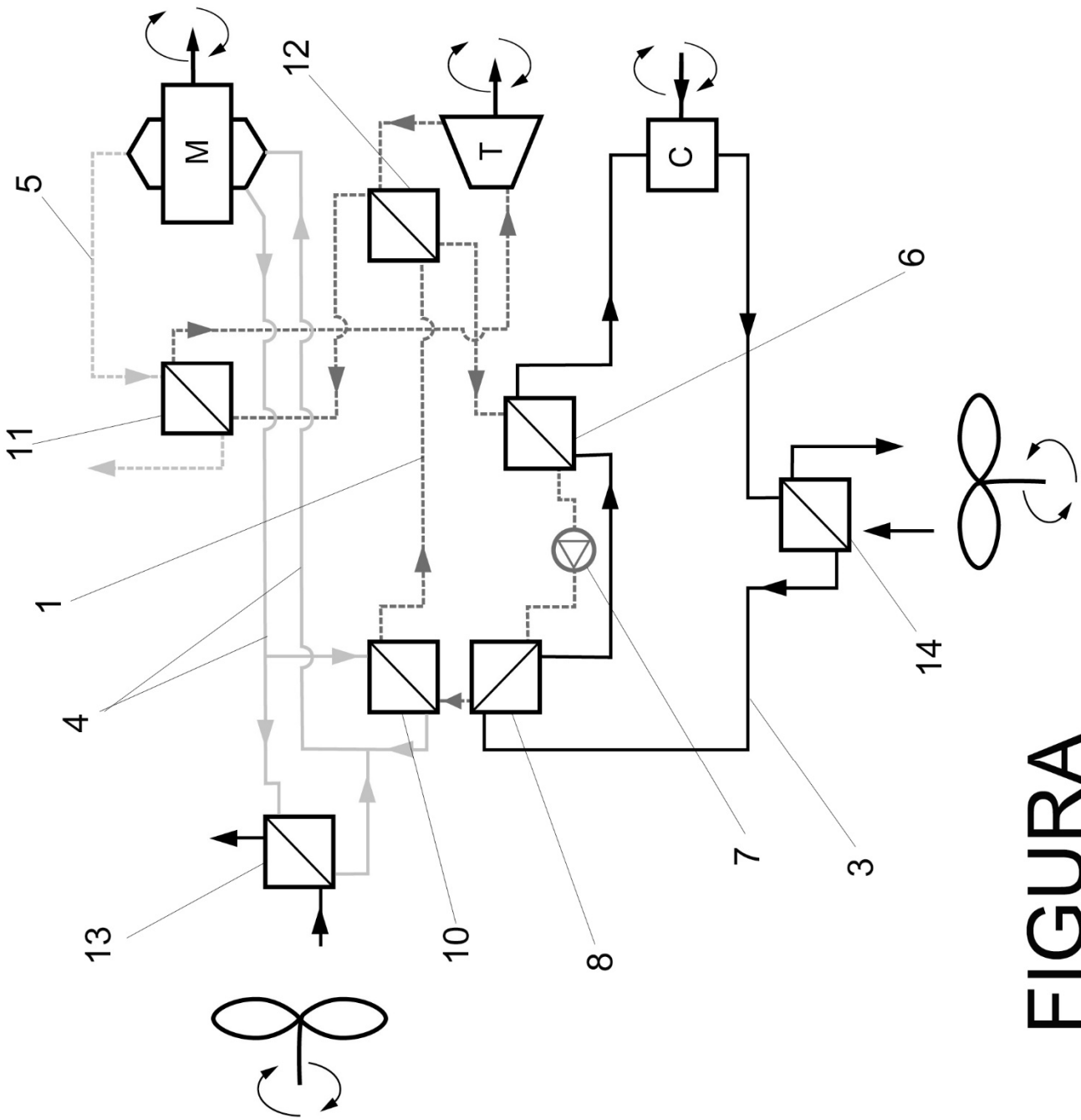
- 5 A pesar de que se ha hecho referencia a una realización concreta de la invención, es evidente para un experto en la materia que el sistema descrito es susceptible de numerosas variaciones y modificaciones, y que todos los detalles mencionados pueden ser substituidos por otros técnicamente equivalentes, sin apartarse del ámbito de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

10

REIVINDICACIONES

- 5
1. Sistema de producción de energía para un vehículo automóvil o para un grupo electrógeno móvil provisto de un motor (M) de combustión, **caracterizado** por el hecho de que comprende un circuito (1) de trabajo termodinámico que emplea dióxido de carbono para obtener energía mediante una turbina (T) de expansión de dicho dióxido de carbono, y por el hecho de que comprende un circuito (3) frigorífico provisto de un intercambiador (6) de calor dimensionado para condensar mediante un fluido refrigerante una fracción del dióxido de carbono expulsado por la turbina (T),
- 10
- incluyendo el mismo circuito (3) frigorífico un segundo intercambiador (8) dimensionado para evaporar dióxido de carbono ya condensado mediante el mismo fluido refrigerante, una vez dicho fluido refrigerante ha sido comprimido para poder aportar calor.
- 15
2. Sistema según la reivindicación 1, donde dicho circuito (1) de trabajo termodinámico comprende un intercambiador (12) de calor dimensionado para enfriar la temperatura del dióxido de carbono expulsado por la turbina (T) antes de que dicho dióxido de carbono entre al intercambiador (6) donde será condensado.
- 20
3. Sistema según la reivindicación 2, donde dicho intercambiador (12) de calor está dimensionado para enfriar la temperatura del dióxido de carbono expulsado por la turbina mediante dióxido de carbono evaporado en el intercambiador (8) de circuito (3) frigorífico.
- 25
4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, donde dicho circuito (1) de trabajo termodinámico comprende un intercambiador (11) de calor dimensionado para incrementar la temperatura del dióxido de carbono evaporado hasta una temperatura igual o superior a 300°C mediante el calor procedente de los gases de escape del motor M de combustión de dicho vehículo o grupo electrógeno.
- 30
5. Sistema según la reivindicación 1, donde dicho circuito (1) de trabajo termodinámico comprende un intercambiador (10) de calor dimensionado para incrementar la temperatura del dióxido de carbono evaporado previamente en el circuito (3) frigorífico mediante el calor procedente de un circuito (4) de refrigeración del motor de combustión del vehículo o grupo electrógeno.
- 35

- 5
6. Sistema según la reivindicación 1, donde dicho circuito (3) frigorífico incluye una máquina para comprimir mecánicamente el fluido refrigerante y medios para accionar dicha máquina mediante energía mecánica procedente del motor (M) de combustión de dicho vehículo o grupo electrógeno.
- 10
7. Sistema según la reivindicación 1, donde dicho circuito (3) frigorífico está dimensionado para condensar una fracción del dióxido de carbono a una temperatura igual o inferior a -6°C y a una presión igual o inferior a 30 bar, y para evaporar dicho dióxido de carbono condensado a una temperatura igual o superior a 30°C y a una presión igual o superior a 65 bar.
- 15
8. Vehículo automóvil o grupo electrógeno provisto de un motor (M) de combustión que comprende dicho sistema de producción de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde dicha turbina (T) de expansión de dióxido de carbono está conectada al motor (M) de dicho vehículo o grupo electrógeno, siendo susceptible una fracción de la energía mecánica procedente de la turbina (T) de ser empleada para accionar el vehículo o grupo electrógeno.
- 20



FIGURA



- ②① N.º solicitud: 201630668
②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.05.2016
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **F25B9/00** (2006.01)
F02G5/02 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	DE 19632019 C1 (STURM THOMAS) 20/11/1997, Columna 1, línea 1 - columna 7, línea 65; figuras 1 - 5.	1-8
Y	DE 3032921 A1 (DRESCHER BERNHARD DIPL ING) 15/04/1982, páginas 1 - 5; figura 1,	1-8
A	US 3324652 A (ENNEMOND MAILLET) 13/06/1967, Columna 2, línea 19 - columna 4, línea 57; figuras 1 - 7.	1,2,3
A	US 2015033737 A1 (MITRI MIKHAEL et al.) 05/02/2015, Párrafos [28 - 63]; figuras 1 - 2.	1,4
A	GB 2523264 A (DAIMLER AG) 19/08/2015, Páginas 4 - 20; figuras 1 - 3.	1,5,6
A	WO 2007121603 A1 (HEIG VD et al.) 01/11/2007, Página 5, línea 10 - página 12, línea 30; figuras 1 - 4.	1,7

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
14.11.2017

Examinador
O. Fernández Iglesias

Página
1/5

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

F02G, F25B

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: 14.11.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-8	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-8	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	DE 19632019 C1 (STURM THOMAS)	20.11.1997
D02	DE 3032921 A1 (DRESCHER BERNHARD DIPL ING)	15.04.1982
D03	US 3324652 A (ENNEMOND MAILLET)	13.06.1967
D04	US 2015033737 A1 (MITRI MIKHAEL et al.)	05.02.2015
D05	GB 2523264 A (DAIMLER AG)	19.08.2015
D06	WO 2007121603 A1 (HEIG VD et al.)	01.11.2007

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 declaraciónReivindicación independiente

El documento D01, al cual pertenecen las referencias que se citan a continuación, es el documento del estado de la técnica más cercano a la invención tal y como se describe en la reivindicación independiente 1. En este documento se divulga un sistema de producción de energía para un vehículo automóvil provisto de un motor de combustión (columna 1, línea 48 - columna 2, línea 3), que comprende un circuito de trabajo termodinámico que emplea dióxido de carbono (columna 1, líneas 48 a 50) para obtener energía mediante una turbina de expansión de dicho dióxido de carbono (7, figuras 1 y 2), y un circuito frigorífico (20, figuras 1 y 2) provisto de un intercambiador de calor (8, figuras 1 y 2) dimensionado para condensar (reivindicación 1) mediante un fluido refrigerante una fracción del dióxido de carbono expulsado por la turbina (columna 5, líneas 33 a 54), el sistema del documento D01 también cuenta con un segundo intercambiador (6, figuras 1 y 2) dimensionado para evaporar dióxido de carbono ya condensado (columna 5, líneas 38 a 44), después de que el fluido refrigerante ha sido comprimido (14, figuras 1 y 2) para poder aportar calor.

La diferencia entre el documento de la solicitud y D01 es que los dos intercambiadores de calor a los que se hace referencia en la primera reivindicación utilizan el mismo fluido refrigerante.

El efecto técnico provocado por esta diferencia es el de poder integrar en un mismo circuito refrigerante los dos intercambiadores de calor mencionados. El problema técnico resuelto derivado de este efecto es el mejor aprovechamiento del fluido de un único circuito refrigerante.

Esta diferencia aparece divulgada en el documento D02, que describe un sistema de producción de energía formado por la combinación de un circuito de trabajo termodinámico (WD, 1, 2, figura 1) con un circuito refrigerante de bombeo (WP, 3, 4, 5, figura 1), este circuito frigorífico está provisto de un intercambiador de calor (2, 3 figura 1) dimensionado para condensar mediante un fluido refrigerante una fracción del fluido de trabajo expulsado por la turbina, el sistema del documento D02 también cuenta con un segundo intercambiador (1, 4, figura 1) dimensionado para evaporar el fluido de trabajo ya condensado mediante el mismo refrigerante (página 4), después de que el fluido refrigerante ha sido comprimido para poder aportar calor. Por tanto, es obvio que un experto en la materia aplicaría las características mencionadas del documento D02 a la invención definida en D01, considerándose nueva pero carente de actividad inventiva la invención de la solicitud en vista de lo divulgado por los documentos D01 y D02. Esto es acorde a lo establecido en el Artículo 8.1 de la Ley 11/86.

Reivindicaciones dependientes

Las reivindicaciones 2 y 3, donde se indica que el circuito de trabajo comprende un intercambiador de calor dimensionado para enfriar la temperatura del dióxido de carbono expulsado por la turbina mediante CO₂ evaporado en otro intercambiador del circuito frigorífico, es conocida en el estado de la técnica. Esto se puede apreciar en el documento D03, el circuito de trabajo (figura 6 de este documento) posee varios intercambiadores de calor, entre ellos uno (24, figura 6) dispuesto a la salida de la turbina (27, figura 6), y que utiliza el propio CO₂ de trabajo.

El contenido de la reivindicación dependiente 4 también es conocido en el estado de la técnica. Por ejemplo en el documento D04 se describe un circuito de trabajo termodinámico que comprende un intercambiador de calor dimensionado para incrementar la temperatura del dióxido de carbono evaporado hasta una temperatura igual o superior a 300°C mediante el calor procedente de los gases de escape del motor del vehículo (ver párrafo [57] de el documento D04, figura 2).

Las reivindicaciones dependientes 5 y 6 son conocidas. El documento D05, que pertenece al mismo sector de la técnica que el documento de la solicitud, describe un circuito (18, 28, 38, figura 1 del documento D05) que incrementa la temperatura del dióxido de carbono mediante el calor procedente de un circuito de refrigeración del motor de un vehículo (68, 70, 72, figura 1), también aparece divulgado el aporte de energía por parte del motor al compresor del circuito frigorífico (páginas 4 y 5 del documento, figura 1).

Las características descritas en la reivindicación 7 son de conocimiento común en el estado de la técnica. En concreto, la condensación de una fracción de dióxido de carbono a una temperatura igual o inferior a -6°C y a una presión igual o inferior a 30 bar, aparece divulgada en el documento D06 (ver página 5, líneas 19 a 23 de este documento).

Se considera ampliamente conocido en el estado de la técnica la conexión entre una turbina de expansión de dióxido de carbono y un motor de un vehículo, siendo susceptible de empleo de energía mecánica en el motor procedente de la turbina, tal y como se refiere en la reivindicación 8.

De lo referido en los párrafos anteriores se considera que las reivindicaciones 2 a 8 son nuevas pero carecen de actividad inventiva. (Art. 8.1 de la Ley 11/86).