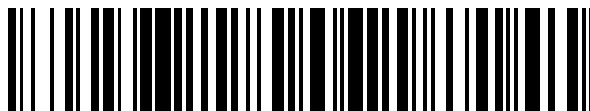


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 856**

21 Número de solicitud: 201931124

51 Int. Cl.:

B60L 58/10	(2009.01)	B60H 1/32	(2006.01)
B60L 58/24	(2009.01)		
B60L 58/26	(2009.01)		
F25B 9/00	(2006.01)		
F25B 9/06	(2006.01)		
F25B 9/08	(2006.01)		
F25B 9/10	(2006.01)		
B60H 1/00	(2006.01)		

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

18.12.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.03.2020

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
(70.0%)**

**Servicio de Promoción y Apoyo a la
Investigación, Innovación y Transferencia - i2T
Cami de Vera, s/n - Edificio 8G - Acceso A -
Planta 3**

46022 Valencia ES y

FLUID & THERMAL MANAGEMENT, S.L. (30.0%)

72 Inventor/es:

**DESANTES FERNÁNDEZ, José M^a;
BENAJES CALVO, Jesus Vicente;
BROATCH JACOBI, Jaime Alberto;
GALINDO LUCAS, José;
SERRANO CRUZ, José Ramón;
OLMEDA GONZÁLEZ, Pablo Cesar;
DOLZ RUIZ, Vicente y
FERNANDEZ BONO, Manuel**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **MÉTODO Y EQUIPO DE REFRIGERACIÓN PARA LA CARGA ULTRARRÁPIDA DE BATERÍAS
DE SISTEMAS PROPULSIVOS HÍBRIDOS O ELÉCTRICOS**

57 Resumen:

Método y equipo de refrigeración para la carga ultrarrápida de baterías de sistemas propulsivos híbridos o eléctricos.

Método de refrigeración destinado a enfriar un líquido refrigerante que circula en un circuito de refrigeración de un vehículo y/o de un supercargador, que hace uso de una corriente de aire ambiente como fluido de trabajo y comprende las etapas de compresión, enfriamiento en enfriadores acoplados a un ciclo de eyección, expansión, para reducir la temperatura de la corriente de aire y obtener energía mecánica de la misma, refrigeración, para permitir un intercambio de energía calorífica entre la corriente de aire que sale de la etapa de expansión y el líquido refrigerante del circuito de refrigeración, y regeneración, para permitir un intercambio de energía calorífica entre la corriente de aire que sale de la etapa de compresión, reduciendo su temperatura, y la que sale de la etapa de regeneración, aumentando su temperatura.

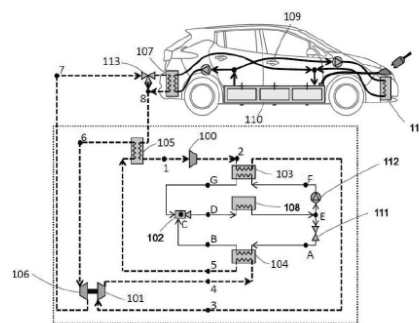


FIG. 1

ES 2 747 856 A1

DESCRIPCIÓN

MÉTODO Y EQUIPO DE REFRIGERACIÓN PARA LA CARGA ULTRARRÁPIDA DE BATERÍAS DE SISTEMAS PROPULSIVOS HÍBRIDOS O ELÉCTRICOS

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método y a un equipo de refrigeración destinado a ser usado en la carga ultrarrápida de baterías de sistemas propulsivos híbridos o eléctricos,
10 debido principalmente a la gran cantidad de energía calorífica que es necesario evacuar en un corto periodo de tiempo.

Un objeto de la invención es proveer un método que permita la refrigeración eficiente de un líquido refrigerante que circula por un circuito de refrigeración de un sistema propulsivo híbrido
15 o eléctrico, por un circuito de refrigeración de un supercargador o ambos.

Un segundo objeto de la invención consiste en proveer un equipo de refrigeración que permita extraer una gran cantidad de energía calorífica con un ciclo eficiente que minimice las pérdidas de energía, para ser usado en la refrigeración de baterías de un sistema propulsivo híbrido o
20 eléctrico, en la refrigeración de un supercargador o ambos.

Otro objeto de la presente invención consiste en proveer un dispositivo que permita la refrigeración de baterías durante un proceso de carga.

25 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En el mundo de la automoción los motores eléctricos son una de las alternativas existentes. Pese a su larga historia, ha sido recientemente cuando están empezando a conquistar un nicho de mercado relevante en los países más desarrollados. Sin embargo, las dos mayores
30 desventajas de éstos frente a los motores de combustión interna alternativos (MCIA), que se vienen usando tradicionalmente de forma masiva, son: la poca densidad de energía de las baterías frente al combustible líquido, unas cien veces menos energía disponible para el mismo peso; y el tiempo necesario para la reposición de esta energía.

35 En el caso de los MCIA el tiempo para recargar unos 50 litros de combustible en el vehículo es del orden de unos 2 minutos, mientras que en el caso de las baterías puede ser de unas

12 horas (si la carga de la batería es lenta), de entre 3 y 6 horas (si la carga es rápida) y de entre 10 y 60 minutos si el sistema de carga y la propia batería permiten realizar la carga de manera ultrarrápida.

- 5 En este último caso, la carga de la batería solamente llega entre el 50% y el 70% de su capacidad total y, además, el tamaño y el peso del sistema de carga son considerables y, por tanto, no puede instalarse integrado en el vehículo ya que el aumento de su peso sería inadmisibile. Por ese motivo, estos sistemas de carga se ubican habitualmente fuera del vehículo, generalmente en estaciones de recarga.

10

Uno de los factores limitantes al realizar la carga ultrarrápida en las baterías es que, debido a la cantidad de energía que se suministra en un periodo de tiempo limitado, provoca el aumento de la temperatura de éstas. Esta temperatura acorta de manera drástica la vida de las baterías frente a la vida útil que tendrían las mismas si la carga se realizase siempre de manera lenta, con una temperatura controlada. Además, hay que regular la temperatura para evitar el riesgo de incendio de las baterías. Para poder utilizar este sistema de recarga sin peligro de incendio y sin afectar tan drásticamente a la vida útil de las baterías es necesario disponer de un sistema que permita controlar y mantener la temperatura de la batería bajo unos umbrales aceptables y seguros.

20

Actualmente, los sistemas de refrigeración de las baterías más habituales se basan en la utilización de un circuito de refrigeración con líquido que, finalmente evacúa el calor extraído de las baterías al circuito de aire acondicionado del vehículo, basado en fluidos refrigerantes orgánicos, como hidrocarburos de cadenas muy larga, con cambio de fase, o al aire ambiente de diferentes formas posibles, como, por ejemplo, a través de grandes baterías de intercambiadores con ventilación forzada.

25

El uso de fluido/s refrigerante/s orgánicos con cambio de fase o vectores refrigerantes en estado líquido tiene varios inconvenientes, entre los que caben destacar cuatro. Primero, suelen ser poco respetuosos con el medio ambiente ya que tienen un elevado potencial de calentamiento atmosférico (GWP). Segundo, debido al uso de compresores y ventiladores, suelen ser ruidosos con el consiguiente malestar por parte del usuario. Tercero, acoplar y desacoplar conexiones de líquidos a presión en el vehículo supone problemas de entrada de aire, purgado de aire, fugas de líquidos e incomodidades para el usuario. Y cuarto, la inercia térmica, es decir, el tiempo que tarda el sistema en llegar a las temperaturas de trabajo, de

30

35

estos sistemas es muy grande debido a las características de los fluidos empleados, lo que los hace poco atractivos para esta aplicación.

Se ha localizado en el estado de la técnica el documento US2013029193A1 “Rapid charging electric vehicle and method and apparatus for rapid charging” que describe un sistema para soplar, con el ventilador del vehículo, aire hacia las baterías o de proporcionar un fluido refrigerado externo y líquido. Sin embargo, esta solución conlleva dificultades en el sistema de acople como las comentadas anteriormente. También, al estar conectado con el circuito de refrigeración por líquido del vehículo puede provocar fallos, como, por ejemplo, infiltraciones de aire o daños en el mismo. Finalmente, el documento no describe cómo se consigue enfriar el fluido usado como vector del frío.

El documento US2014292260A1 “Electric battery rapid recharging system and method for military and other applications” describe la refrigeración de una batería con aire, donde el aire se obtiene de la Engine Cooling Unit (ECU). La ECU es el sistema de refrigeración del vehículo que transporta el sistema de carga de la batería. Sin embargo, no se presenta ningún sistema dedicado a obtener el aire frío. Asimismo, se interacciona con la refrigeración de la batería cuando el vehículo está en marcha, lo que da la posibilidad de producir fallos y dificulta el diseño de la batería.

El documento US2013294890A1 “Reverse Brayton cycle with bladeless turbo compressor for automotive environmental cooling” se refiere a un sistema de aire acondicionado de pasajeros en un vehículo, donde la energía necesaria para producir compresión proviene de gases de escape de un motor de combustión. Asimismo, se instala un regenerador para atemperar el aire refrigerado (cooled air) recalentándolo con aire ambiente.

El documento US2011239659A1 “Cooling for hybrid electric vehicle”, se refiere a la refrigeración del habitáculo del pasajero y presenta para ello un ciclo de Brayton inverso a vacío (CBIV).

El documento US2002043413A1 “Vehicle battery cooling apparatus”, revela el uso adicional que se puede hacer para refrigerar baterías durante su carga, de un ciclo convencional Rankine inverso usado para el aire acondicionado de los pasajeros del vehículo, el cual tiene una potencia que no es compatible con las necesidades de disipación de potencia de los sistemas ultrarrápidos de carga de baterías.

El documento US2013086927A1 "Integrated air-cycle refrigeration and power generation system", revela un ciclo de Brayton inverso no a vacío con un regenerador, que utiliza la energía térmica residual de un motor para su funcionamiento. Asimismo, la energía residual del ciclo de Brayton inverso se disipa al ambiente en un intercambiador gas-gas.

5

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La invención se refiere a un método de refrigeración destinado a reducir la temperatura de un líquido refrigerante que circula por un circuito de refrigeración que rodea baterías y componentes electrónicos de sistemas de propulsión híbridos o eléctricos de un vehículo, y/o un circuito de refrigeración de un supercargador, mediante un equipo de refrigeración.

El vehículo, por tanto, comprende un sistema de propulsión eléctrico o híbrido, el cual, a su vez, comprende baterías y otros componentes electrónicos y un puerto de carga. En torno a las baterías y los componentes electrónicos, circula un circuito de refrigeración, que, cuando las baterías están en operación ó en proceso de carga, permite refrigerarlas.

El puerto de carga permite conectar el vehículo a un supercargador, que comprende un conjunto de componentes electrónicos. El supercargador también puede contar con un circuito de refrigeración.

El equipo de la invención está destinado a conectarse a uno o ambos circuitos de refrigeración, del vehículo o del supercargador, a través de un intercambiador de calor montado en uno o ambos circuitos de refrigeración. Así, el líquido refrigerante que circula por uno o ambos circuitos de refrigeración es refrigerado en el intercambiador de calor por el equipo de la invención.

El equipo de la invención permite proporcionar un fluido a baja temperatura para enfriar el líquido refrigerante de una manera rápida y adaptable, ya que permite obtener un amplio rango de temperaturas sin necesidad de modificar el número de componentes del equipo o el tamaño de éste. Además, el equipo de la invención es prácticamente independiente de las condiciones ambientales, pudiendo operar en una amplia variedad de condiciones medioambientales.

El líquido refrigerante puede circular por un circuito de refrigeración que rodea las baterías y componentes electrónicos de un sistema propulsivo eléctrico o híbrido, mientras que el equipo de la invención enfría dicho líquido refrigerante, sin necesidad de extraer el líquido refrigerante

del circuito de refrigeración del sistema de propulsión eléctrico o híbrido. El método de la invención, en este caso, está destinado a refrigerar las baterías durante su carga. En este caso, el circuito de refrigeración es equipado con al menos una bomba de impulsión para mover el líquido refrigerante y un intercambiador de calor embarcado en el vehículo, que
5 permitirá el intercambio de energía calorífica entre dicho líquido refrigerante y el fluido de trabajo.

Asimismo, el líquido refrigerante puede circular por un circuito de refrigeración que se extiende por el interior de un supercargador, y permite refrigerarlo durante el proceso de carga de
10 baterías de un vehículo con un sistema de propulsión híbrido o eléctrico. El circuito de refrigeración del supercargador también es equipado con al menos una bomba de impulsión para mover el líquido refrigerante y un intercambiador de calor, que permitirá el intercambio de energía calorífica entre dicho líquido refrigerante y el fluido de trabajo.

El método de refrigeración de la invención hace uso de una corriente de aire como fluido de trabajo. El aire se obtiene a presión y temperatura atmosféricas, y pasará por múltiples etapas con el fin de reducir su temperatura de forma eficiente y, posteriormente, recoger energía calorífica del líquido refrigerante del circuito de refrigeración, enfriando el mismo. La baja inercia térmica del aire permite reducir el tiempo necesario para que el equipo alcance
20 condiciones de trabajo y empezar a enfriar el líquido de refrigeración. Asimismo, el uso de aire reduce el coste de las pérdidas por fugas, facilita la conexión y desconexión de forma limpia y sencilla y evita el uso de otros fluidos refrigerantes que pueden ser contaminantes, corrosivos o incluso tóxicos; todo esto en un circuito que en algún momento quedará abierto a la atmósfera.

La corriente de aire pasa en primer lugar por una etapa de compresión en un primer compresor mecánico, preferiblemente, accionado por un motor eléctrico, para aumentar la presión de la corriente. Este aumento de presión conlleva un aumento de la temperatura de la corriente de
25 aire.

Posteriormente, la corriente de aire es enfriada en una etapa de regeneración.

El método de la invención también comprende una etapa de expansión que reduce aún más la temperatura de la corriente de aire por medio de la expansión de ésta, reduciendo la presión
35 de la corriente de aire y extrayendo, gracias a esa reducción de presión, energía mecánica que se aporta a la etapa de compresión con el fin de hacerla más eficiente. La reducción de

temperatura mediante la expansión de la corriente de aire, permite alcanzar temperaturas más bajas de forma casi instantánea, evitando la inercia térmica que se produce en los procesos de transferencia de calor en un intercambiador de calor convencional, que requieren de más tiempo.

5

A continuación, la corriente de aire, cuya temperatura ya ha sido reducida en las etapas de regeneración y expansión, se pone en contacto térmico por medio de un intercambiador de calor aire-refrigerante, con el líquido refrigerante del circuito de refrigeración, de modo que dicho líquido refrigerante cede energía calorífica a la corriente de aire. El intercambiador de calor puede incorporarse en el circuito de refrigeración del sistema propulsivo y/o en el circuito de refrigeración del supercargador. La corriente de aire, por tanto, aumenta su temperatura, aunque la temperatura de la corriente será menor que la temperatura de ésta tras la etapa de regeneración.

10

15 La corriente de aire que ha sido usada para enfriar el líquido refrigerante del circuito de refrigeración en la etapa de refrigeración, pasa a la etapa de regeneración, donde es usada para reducir la temperatura de la corriente de aire que sale de la etapa de compresión. Así se produce una transferencia de la energía calorífica entre la misma corriente de aire, pero en dos etapas del ciclo diferentes, por un lado, la corriente de aire que sale de la etapa de compresión cede energía calorífica mientras que la corriente de aire que sale de la etapa de refrigeración recibe dicha energía calorífica.

20

Preferentemente, la corriente de aire de la que hace uso el equipo de refrigeración tiene una humedad baja, ya que la humedad excesiva puede llevar a la condensación de agua al disminuir la temperatura de la corriente de aire, lo que daría lugar a pérdidas de eficiencia energética, e incluso a problemas de corrosión. Por ello, el método de la invención puede comprender, previa a la etapa de compresión, una etapa de secado, para reducir la humedad de la corriente de aire ambiente. La etapa de secado puede realizarse preferentemente mediante el uso de un filtro secador, que, entre otros, puede ser de gel de sílice.

25

30

Por otro lado, tras la etapa de expansión la corriente de aire puede ser recirculada, preferiblemente mediante una válvula de 3 vías sin pasar por el intercambiador de calor para volver a la etapa de regeneración y compresión, iniciando nuevamente el ciclo descrito en el método de la invención. Esto permite mantener el aire y el resto de los componentes usados en la invención atemperados a la temperatura de trabajo entre un primer uso y un uso subsiguiente de la instalación. En caso de que además se incluya la etapa de secado, la

35

recirculación de la corriente de aire evita la necesidad de volver a reducir la humedad de la corriente de aire, que sólo se ha de realizar en el caso de introducir aire ambiente nuevamente, si existieran pérdidas de aire debido a fugas.

- 5 De forma preferente, las etapas de compresión y expansión son llevadas a cabo mediante turbomáquinas, que pueden ser compresores, para compresión, y turbinas, para expansión. El uso de turbomáquinas, en lugar de máquinas volumétricas; como podrían ser: compresores de pistón, de paletas o de tornillos; proporciona una alta potencia específica y una inercia mecánica muy reducida. De modo que la regulación del sistema es más rápida y el tiempo necesario para que el equipo alcance condiciones de trabajo estables se reduce. Asimismo, las etapas de refrigeración y regeneración son llevadas a cabo preferentemente por medio de intercambiadores de calor, que pueden ser: de placas, de carcasa-tubo o de flujo cruzado, entre otros.
- 10
- 15 La etapa de compresión, de forma preferente, puede realizarse por fases, en lugar de hacer uso de una etapa única. De ese modo, se puede provocar un aumento de presión más acentuado con una alta eficiencia. Asimismo, entre cada fase de la etapa de compresión, se puede incluir una fase de enfriamiento, destinada a reducir la temperatura de la corriente de aire que sale de la etapa de compresión, incrementándose además la eficiencia del proceso de compresión.
- 20

Las fases de enfriamiento pueden ser llevadas a cabo preferentemente mediante un enfriador, es decir, un intercambiador de calor que permite la transferencia de calor entre la corriente de aire y un fluido refrigerante, que preferentemente es de muy bajo potencial de calentamiento atmosférico (GWP), en especial, amoníaco o dióxido de carbono. Cada una de las fases de enfriamiento extraen de la corriente de aire una energía calorífica determinada.

Los enfriadores, por su parte, pueden funcionar como los recuperadores de calor y los evaporadores de un ciclo de eyección que hace uso de un fluido refrigerante de bajo GWP. El ciclo de eyección se incluye en lugar de un ciclo con compresor volumétrico y comprende: un eyector, que se encarga de aumentar la presión del fluido refrigerante, de bajo GWP, en estado gas; una bomba; un condensador y además hace uso de los enfriadores, haciendo el proceso más eficiente.

La invención también se refiere al equipo de refrigeración para la carga ultrarrápida de baterías de sistemas propulsivos eléctricos o híbridos destinado a enfriar un líquido refrigerante que circula en un circuito de refrigeración.

- 5 El equipo de refrigeración de la invención hace uso de una corriente de aire del ambiente como fluido de trabajo. El equipo comprende un primer compresor, que es accionado por medio de una corriente eléctrica, preferiblemente del supercargador al que se conecta el sistema propulsivo. El primer compresor absorbe la corriente de aire ambiente, que se introduce en el equipo de refrigeración a través de una entrada con una presión ambiente, la
10 cual es incrementada por efecto de la acción del compresor sobre la corriente de aire.

La compresión del aire por medio del compresor también provoca un aumento en la temperatura de la corriente de aire que pasa a través del compresor. La corriente de aire introducida por el compresor en el equipo puede contar con una humedad excesiva, que
15 puede llevar a la condensación de agua al disminuir la temperatura de la corriente de aire, lo que daría lugar a pérdidas de eficiencia energética. Por esta razón, en la entrada del equipo, previo al primer compresor, se puede colocar, de forma preferente, un filtro secador, destinado a reducir la humedad de la corriente de aire. Este filtro secador puede estar preferentemente hecho de gel de sílice.

20 Con el fin de aumentar la eficiencia del equipo, puede comprender además un conjunto de compresores y un conjunto de enfriadores, intercalados con los compresores, de modo que la compresión de la corriente de aire no se realiza en una sola fase, sino en múltiples fases de compresión y enfriamiento.

25 Así, una vez que la corriente de aire ha sido comprimida, su presión ha sido aumentada, por efecto de la acción del primer compresor, la corriente de aire puede pasar por un primer enfriador, que reduce la temperatura de la corriente de aire, extrayendo una cantidad de calor determinada por transferencia de calor con un fluido refrigerante, que preferiblemente es de
30 muy bajo potencial de calentamiento atmosférico (GWP).

La corriente de aire una vez que ha pasado por el primer enfriador, puede pasar a una segunda etapa de compresión, en la que un segundo compresor vuelve a aumentar la presión de la corriente de aire. Asimismo, el aumento de presión en el segundo compresor lleva

asociado un aumento de temperatura en la corriente de aire debido al proceso termodinámico de compresión y sus pérdidas asociadas, que determinarán su eficiencia.

5 A continuación, la corriente de aire podría pasar por un conjunto variable de enfriadores y compresores que aumenten la presión de la corriente de aire de un modo eficiente. Preferentemente, se hace uso de dos compresores con dos enfriadores intercalados entre ellos.

10 El equipo de la invención también puede comprender un ciclo de eyección, conectado con los enfriadores.

El ciclo de eyección hace uso de un fluido refrigerante de bajo GWP a alta presión y comprende una bomba, destinada a dirigir un flujo primario de fluido refrigerante hacia el primer enfriador, que actúa como recuperador de calor del ciclo de eyección, y una válvula de laminación, destinada a dirigir un flujo secundario de fluido refrigerante hacia el segundo enfriador, que actúa como evaporador del ciclo de eyección.

20 El ciclo de eyección además comprende un eyector, que comprende una tobera, por la que se introduce el flujo primario de fluido refrigerante que se acelera, una toma que absorbe el flujo secundario de fluido refrigerante debido a la depresión del flujo primario que se ha acelerado en la tobera, mezclándose el flujo primario y secundario de fluido refrigerante en una corriente de fluido refrigerante de bajo GWP, y un difusor que aumenta la presión de la corriente de fluido refrigerante.

25 Asimismo, el ciclo de eyección comprende también un condensador que reduce la temperatura de la corriente de fluido refrigerante de modo que cambia de fase gaseosa a fase líquida.

30 Además, el ciclo de eyección comprende un divisor de flujo, destinado a dividir la corriente de fluido refrigerante, y dirigir el flujo primario de fluido refrigerante hacia la bomba y el flujo secundario de fluido refrigerante hacia la válvula de laminación, volviendo a iniciarse el ciclo de eyección. Preferentemente, el divisor de flujo consiste en una bifurcación de un conducto que contiene la corriente de fluido refrigerante, de modo que una primera parte de dicha corriente forma el flujo primario de fluido refrigerante y una segunda parte de dicha corriente forma el flujo secundario de fluido refrigerante.

Tras alcanzar el último de los compresores o enfriadores, la corriente de aire pasa a un regenerador, es decir, un intercambiador de calor, destinado a reducir la temperatura de la corriente de aire.

- 5 Posteriormente, la corriente de aire pasa por una turbina destinada a producir una expansión de la corriente de aire, gracias a la cual, la temperatura y la presión de la corriente de aire se reducen. Preferentemente, la turbina está conectada mecánicamente con uno de los compresores con el fin de transmitir la energía cinética rotativa generada en el eje de la turbina a dicho compresor y así reducir el consumo de energía externa, formando compresor y turbina
10 un turbogrupo.

A continuación, se coloca un intercambiador de calor, en el que la corriente de aire se pone en contacto térmico con el líquido refrigerante del vehículo y/o del supercargador, y recoge energía calorífica de dicho líquido refrigerante. De ese modo, el líquido refrigerante es enfriado
15 y la corriente de aire aumenta su temperatura.

Entonces, la corriente de aire vuelve al regenerador, donde recibe energía calorífica, enfriando así la corriente de aire que sale del último de los compresores o enfriadores.

- 20 Preferentemente, la relación de expansión de la turbina es 3 o mayor, con el fin de producir una elevada reducción de la temperatura de la corriente de aire, la cual preferentemente, es de 125 grados centígrados bajo 0.

El equipo también puede comprender una válvula de 3 vías situada justo detrás de la turbina,
25 de modo que al ser activada redirige el aire que sale de la turbina directamente hacia el regenerador sin pasar previamente por el intercambiador de calor. Esta válvula permite mantener la circulación de la corriente de aire por el equipo aun cuando no se está enfriando el líquido refrigerante del equipamiento eléctrico del vehículo y/o del propio supercargador. Así se mantiene la temperatura de la corriente de aire para cuando se vuelva a necesitar
30 enfriar el líquido refrigerante, en lugar de volver a acondicionar el aire ambiente.

Asimismo, las turbomáquinas que comprende el equipo pueden funcionar de manera intermitente para consumir menos energía, actuando sobre la corriente de aire sólo cuando es necesario.

35

El equipo de la invención permite generar aire a una temperatura muy baja, para enfriar de forma continua el líquido refrigerante del circuito de refrigeración. En estado de carga ultrarrápida de la batería la cantidad de calor a evacuar es muy grande, por lo que la potencia del equipo deberá ser acorde a esas necesidades. El equipo de la invención permite obtener una potencia de refrigeración muy elevada sin necesidad de aumentar el tamaño del equipo.

En el caso de que se refrigere el líquido refrigerante que circula por el circuito de refrigeración del vehículo, dicho circuito puede comprender dos conjuntos de tuberías conectadas cada una con una bomba de impulsión del refrigerante. Una se accionará cuando el vehículo esté circulando y las baterías en operación suministrando energía al motor eléctrico y la otra, con mayor capacidad de refrigeración, se accionará cuando el vehículo está estacionado en modo de recarga de baterías.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista esquemática de una realización del equipo de refrigeración de la invención.

Figura 2.- Muestra un diagrama del ciclo Brayton inverso que representa las etapas de una realización preferente del método de la invención.

Figura 3.- Muestra un diagrama del ciclo de eyección que representa las etapas de una realización preferente del método de la invención.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método y a un equipo de refrigeración, que hace uso de una corriente de aire ambiental como fluido de trabajo, destinado a enfriar un líquido refrigerante que circula en un circuito de refrigeración (109) de un vehículo y/o de un supercargador.

La figura 1 muestra una realización preferente del equipo de refrigeración de la invención, en el que se hace uso de un ciclo Brayton inverso para refrigerar el líquido refrigerante que circula por un circuito de refrigeración que rodea las baterías y componentes electrónicos de un sistema propulsivo eléctrico o híbrido embarcado en un vehículo. El equipo de la figura 1 comprende un primer compresor (100), que es accionado preferentemente por un primer motor eléctrico, alimentado por una corriente eléctrica. El primer compresor (100) absorbe la corriente de aire ambiente, que se introduce en el equipo de refrigeración, y se aumenta la presión de dicha corriente de aire por efecto de la acción del primer compresor (100). La compresión del aire por medio del primer compresor (100) también provoca un aumento en la temperatura de la corriente de aire.

Una vez que la corriente de aire ha sido comprimida, la corriente de aire pasa por un primer enfriador (103), que reduce la temperatura de la corriente de aire, extrayendo una cantidad de calor determinada por transferencia de calor con un fluido refrigerante, en este caso dióxido de carbono.

La corriente de aire una vez que ha pasado por el primer enfriador (103), pasa a una segunda etapa de compresión, en la que un segundo compresor (101), accionado por una turbina (106), que forma un turbogrupo con el segundo compresor (101), vuelve a aumentar la presión de la corriente de aire. Asimismo, el aumento de presión en el segundo compresor (101) lleva asociado un aumento de temperatura en la corriente de aire, por lo que se dispone un segundo enfriador (104), similar al primer enfriador (103), destinado a reducir la temperatura de la corriente de aire.

El primer (103) y el segundo enfriador (104) se conectan con un circuito de eyección. El circuito de eyección hace uso de un fluido refrigerante de bajo potencial de calentamiento atmosférico (GWP), al que se aplica un ciclo de eyección. El fluido refrigerante del ciclo de eyección se divide en un flujo primario de fluido refrigerante y un flujo secundario de fluido refrigerante.

El flujo primario de fluido refrigerante se dirige hacia una bomba (112), que aumenta su presión, a continuación, pasa por el primer enfriador (103) que funciona como recuperador de calor del ciclo de eyección, donde aumenta la energía térmica del flujo primario de fluido refrigerante, que pasa a estado gaseoso. Este gas circula luego por el eyector (102).

Por otro lado, el flujo secundario de fluido refrigerante se dirige a una válvula de laminación (111). A continuación, pasa por el segundo enfriador (104), que funciona como evaporador

del ciclo de eyección, donde aumenta de manera isobárica la energía térmica del flujo secundario de fluido refrigerante, que pasa a estado gaseoso y, continúa hacia el eyector (102).

- 5 En el eyector (102), el flujo primario de fluido refrigerante pasa por una tobera, se acelera aumentando su velocidad y reduciendo su presión, y se mezcla con el flujo secundario de fluido refrigerante que, es succionado debido a la depresión del flujo principal, forzando la mezcla del flujo primario y el secundario en una corriente de fluido refrigerante de bajo GWP.
- 10 La corriente de fluido refrigerante pasa por un difusor para aumentar la presión de la corriente de fluido refrigerante, y se dirige hacia un condensador (108), que reduce de manera isobárica la energía térmica de la corriente de fluido refrigerante de modo que cambia de fase gaseosa a fase líquida. Entonces, la corriente de fluido refrigerante se dirige hacia una bifurcación en la que se divide en el flujo primario y el flujo secundario de fluido, volviendo a iniciar el ciclo
- 15 de eyección.

En un regenerador (105) la corriente de aire que sale del segundo enfriador (104) disipa energía calorífica. La corriente de aire que sale del regenerador (105) tiene una temperatura mucho más baja, que se reduce aún más en la expansión realizada por una turbina (106)

- 20 colocada tras el regenerador (105). La turbina (106) de la invención extrae energía de la corriente en forma de energía mecánica en el eje de la turbina (106), y transmite dicha energía al segundo compresor (101), de modo que no es necesario aportar energía externa para mover dicho compresor.

- 25 El aire que sale de la turbina (106) se usa para enfriar el líquido refrigerante que circula por el circuito de refrigeración (109) del vehículo, por medio de un intercambiador de calor (107), embarcado en dicho vehículo. Así, el líquido refrigerante cede energía calorífica a la corriente de aire, que aumenta su temperatura. La corriente de aire pasa entonces nuevamente por el regenerador (105), donde absorbe la energía calorífica que desprende la corriente de aire que
- 30 sale del segundo enfriador (104).

Finalmente, la corriente de aire es recirculada nuevamente hacia el primer compresor (100).

- 35 La figura 1 también muestra que justo detrás de la turbina (106) se coloca una válvula de tres vías (113) que dirige el flujo en dos configuraciones posibles. Una primera configuración en la que se conecta el equipo de la invención al circuito de refrigeración (109) del vehículo a través

del intercambiador de calor (107). Y una segunda configuración, en la que no se conecta el equipo de la invención al circuito de refrigeración de las baterías, más bien, en este caso, la válvula (113) se configura de modo que la corriente de aire que sale de la turbina (106) no se dirige hacia el intercambiador de calor (107), sino que se dirige directamente al regenerador (105), saltándose dicho intercambiador de calor (107).

La segunda configuración, permite mantener una corriente de aire a baja temperatura con un consumo bajo de energía eléctrica, en lugar de tener que volver a regular la temperatura del aire ambiente y del resto de equipos de la invención cuando se conecte al intercambiador de calor (107) del circuito de refrigeración (109) de unas baterías (110) y se vuelva a la primera configuración.

La figura 2 muestra el diagrama del ciclo Brayton inverso del equipo mostrado en la figura 1, donde en el eje de ordenadas se representa la entropía y en el eje de abscisas se representa la temperatura. El diagrama del ciclo representa además una realización preferente del método de la invención.

El punto 1, representa el estado termodinámico del aire que entra en el equipo absorbido por el primer compresor (100), antes de entrar en la etapa de compresión del método de la invención, que en el caso mostrado en la figura 2 es una compresión por fases con fases de enfriamiento intercaladas. La acción del primer compresor (100) sobre la corriente de aire se muestra en la línea que une el punto 1 con el punto 2, de modo que, el compresor aumenta la temperatura, en el caso de la figura de 20 grados centígrados a 160 grados centígrados, y aumenta la entropía de la corriente de aire. El aumento de la temperatura de la corriente de aire se debe a las pérdidas de proceso y a la termodinámica del proceso de aumento de presión, en este caso de 1 bar a 2.7 bar. Dicha compresión implica la necesidad de introducir energía en el equipo, que en este caso se obtiene preferentemente de un motor eléctrico.

Entre el punto 2 y el punto 3, que se muestran en la figura 2, se refleja la acción del primer enfriador (103), la cual implica una disminución de la entropía y de la temperatura de la corriente de aire a presión constante, en este caso de 160 grados centígrados a 60 grados centígrados. Entre el punto 3 y el 4 se produce la segunda fase de compresión realizada por el segundo compresor (101), cuya acción sobre el fluido es similar a la del primer compresor (100), pero elevando la presión a un nivel superior, en este caso a 3 bar, quedando la temperatura en torno a 85 grados centígrados. El segundo enfriador (104) repite la misma acción que el primer enfriador (103) y reduce la temperatura de la corriente de aire, en este

caso de 85 grados centígrados en el punto 4 a 30 grados centígrados en el punto 5. De modo que el efecto global de las fases de compresión y enfriamiento de la etapa de compresión es un aumento de la presión de 1 bar a 3 bar con un aumento en la temperatura de 20 a 30 grados centígrados, que se alcanza en el punto 5 de la figura 2.

5

Luego, la corriente de aire pasa a la etapa de regeneración, donde mediante el regenerador (105) se enfría a presión constante desde 30 grados centígrados hasta unos 100 grados centígrados bajo cero, produciendo en este proceso una disminución de la entropía, tal y como se muestra en el punto 6 de la figura 2.

10

A continuación, la corriente de aire pasa a la etapa de expansión, donde la turbina (106) expande la corriente de aire reduciendo la presión con un alto coeficiente de expansión, en este caso 3, y extrayendo energía mecánica en forma de rotación del eje de la turbina (106). Además, la expansión de la corriente de aire también produce una disminución de la temperatura, en este caso de 100 grados centígrados bajo cero a 125 grados centígrados bajo cero, en el punto 7 de la figura 2.

15

Seguidamente, la corriente de aire pasa por el intercambiador de calor (107) donde recibe energía calorífica procedente del líquido refrigerante que circula por el circuito de refrigeración (109) de las baterías (110), hasta alcanzar los 110 grados centígrados bajo cero en el punto 8 de la figura 2.

20

Entonces, la corriente de aire pasa nuevamente por el regenerador (105), para recibir la energía calorífica que desprende la corriente de aire que sale del segundo enfriador (104). En este proceso, aumenta la temperatura de la corriente de aire, hasta alcanzar nuevamente los 20 grados centígrados en el punto 1 de la figura 2, a presión constante, aumentando la entropía.

25

La figura 3 muestra el diagrama del ciclo de eyección en el que se representan la presión del fluido refrigerante en abscisas y la entalpía en ordenadas. Los datos de presión y temperatura de trabajo que se presentan a continuación se han obtenido para el ciclo de eyección trabajando con R1234yf que es un fluido de trabajo de última generación con bajo impacto medioambiental. No obstante, estos valores podrían cambiar en función del fluido de trabajo utilizado. En el punto E de la figura 3, la corriente de fluido refrigerante se divide en un flujo primario de fluido refrigerante y un flujo secundario de fluido refrigerante. El flujo primario pasa

30

35

a través de una bomba (112), que lo impulsa y aumenta su presión hasta alcanzar 27.7 bar en el punto F de la figura 3.

5 A continuación, el flujo primario pasa al primer enfriador de aire (103), que es el recuperador de calor del ciclo de eyección, donde aumenta su temperatura a presión constante y pasa a estado gaseoso, alcanzando 110 °C en el punto G de la figura 3. Luego, el flujo primario se introduce en el eyector (102).

10 Por su parte, el flujo secundario pasa a través de una válvula de laminación (111), donde se produce una pérdida de presión que hace que el flujo secundario de fluido refrigerante alcance una presión de 3.5 bar en el punto A de la figura 3.

15 Seguidamente, el flujo secundario pasa por el segundo enfriador (104), que es el evaporador del ciclo de eyección, de modo que aumenta su energía térmica a presión constante y pasa a estado gaseoso en el punto B de la figura 3. Tras lo cual, el flujo secundario se introduce en el eyector (102).

20 En el interior del eyector (102), el flujo primario pasa a través de una tobera, aumentando su velocidad y disminuyendo su presión hasta el punto C de la figura 3. Por su parte, el flujo secundario es succionado hacia el interior del eyector (102), debido a la depresión causada por el flujo primario a la salida de la tobera, de modo que en el punto C de la figura 3 el flujo primario y el secundario se mezclan formando de nuevo una corriente única de fluido refrigerante. Esta corriente de fluido refrigerante, pasa por un difusor aumentando su presión hasta alcanzar los 8.3 bar en el punto D de la figura 3.

25 Tras salir del eyector (102), la corriente de fluido refrigerante pasa por un condensador (108), que disminuye la energía térmica de dicha corriente de fluido refrigerante a presión constante hasta los 32 °C pasando la corriente de fluido refrigerante a estado líquido y volviendo al punto E de la figura 3.

REIVINDICACIONES

1. Método de refrigeración para la carga ultrarrápida de baterías de sistemas propulsivos eléctricos o híbridos destinado a enfriar un líquido refrigerante que circula por un
5 circuito de refrigeración (109) que rodea por unas baterías (110) y unos componentes electrónicos de un vehículo con un sistema propulsivo eléctrico o híbrido, y/o por un circuito de refrigeración de un supercargador para las baterías del sistema propulsivo, que hace uso de una corriente de aire ambiental como fluido de trabajo y que comprende las etapas de:
10 a. compresión, para aumentar la presión de la corriente de aire,
b. expansión, para reducir la temperatura de la corriente de aire previamente comprimida, al mismo tiempo que se obtiene energía mecánica mediante la reducción de la presión de dicha corriente de aire,
c. refrigeración, para permitir un intercambio de energía calorífica entre la corriente
15 de aire que sale de la etapa de expansión, y el líquido refrigerante del circuito de refrigeración (109),
d. regeneración, para permitir un intercambio de energía calorífica entre la corriente de aire que sale de la etapa de compresión y la que sale de la etapa de refrigeración, aumentando la temperatura de la corriente de aire que sale de la
20 etapa de refrigeración y reduciendo la temperatura de la corriente que sale de la etapa de compresión.
2. Método de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, donde la etapa de compresión se realiza por fases, alternando una fase de compresión con una fase de
25 enfriamiento del aire de trabajo, en la que uno o más enfriadores extraen calor de la corriente de aire.
3. Método de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 2, donde la fase de enfriamiento comprende el uso de al menos dos enfriadores conectados con un circuito
30 de eyección, en el cual los enfriadores funcionan como recuperador de calor o evaporador.
4. Equipo de refrigeración para la carga ultrarrápida de baterías de sistemas propulsivos eléctricos o híbridos destinado a enfriar un líquido refrigerante que circula por un
35 circuito de refrigeración (109) que rodea unas baterías (110) y unos componentes electrónicos de un vehículo con un sistema propulsivo eléctrico o híbrido, y/o por un

circuito de refrigeración de un supercargador para las baterías del sistema propulsivo, que hace uso de una corriente de aire ambiental como fluido de trabajo y comprende:

- al menos un primer compresor (100), configurado para absorber aire ambiente y aumentar su presión, produciendo una corriente de aire comprimido,
- un regenerador (105), conectado con el primer compresor (100), para recibir la corriente de aire comprimido,
- una turbina (106), conectada con el regenerador (105), para recibir la corriente de aire del regenerador y producir una expansión de ésta,
- un intercambiador de calor (107), conectado con la turbina (106), con el circuito de refrigeración (109) y con el regenerador, para recibir la corriente de aire expandida en la turbina (106), permitir la transferencia de calor entre el líquido refrigerante del circuito de refrigeración (109) y dicha corriente de aire expandida y, entonces, entregar la corriente de aire al regenerador (105), que la recircula hacia el primer compresor (100),

donde el regenerador recibe la corriente de aire comprimido del primer compresor, para reducir su temperatura, y la corriente de aire del intercambiador de calor, para calentarla, mediante el intercambio de calor entre ambas.

5. Equipo según la reivindicación 4, que además comprende un primer enfriador (103), conectado al primer compresor (100) y destinado a reducir la temperatura de la corriente de aire comprimido por el primer compresor (100), al menos un segundo compresor (101), configurado para absorber aire procedente del primer enfriador (103) y aumentar su presión, y al menos un segundo enfriador (104), conectado al segundo compresor (101) y al regenerador, para reducir la temperatura de la corriente de aire comprimido por el segundo compresor (101) y entregarla al regenerador, y donde la turbina (106) está conectada mecánicamente al segundo compresor (102), de modo que transfiere energía mecánica al mismo.

6. Equipo según la reivindicación 5, donde el primer (103) y el segundo enfriador (104) funcionan con un líquido refrigerante seleccionado de entre los de más bajo potencial de calentamiento atmosférico (GWP), como el amoníaco o el dióxido de carbono.

7. Equipo según la reivindicación 4, que además comprende un filtro secador, adaptado para reducir la humedad del aire ambiente absorbido por el primer compresor (100), y conectado al primer compresor (100) para suministrar al mismo una corriente de aire seco.

8. Equipo según la reivindicación 7, donde el filtro secador está fabricado con gel de sílice.

5 9. Equipo según la reivindicación 4, que también comprende un ciclo de eyección que comprende:

- una bomba, destinada a dirigir un flujo primario de fluido refrigerante en estado líquido hacia el primer enfriador, para recibir energía calorífica de la corriente de aire, de modo que pasa a estado gaseoso,
- 10 - una válvula de laminación, destinada a dirigir un flujo secundario de fluido refrigerante hacia el segundo enfriador, para recibir energía calorífica de la corriente de aire, de modo que pasa a estado gaseoso,
- un eyector, que comprende una tobera, que recibe el flujo primario del primer enfriador y acelera dicho flujo primario hasta la zona de mezclado; una toma, 15 conectada al segundo enfriador para recibir el flujo secundario, que es succionado hacia la zona de mezcla del eyector debido a la depresión del flujo principal, mezclándose el flujo primario y secundario de fluido refrigerante en una única corriente de fluido refrigerante; y un difusor que decelera y aumenta la presión de la corriente de fluido refrigerante a la salida del eyector ,
- 20 - un condensador (107) que reduce la temperatura de la corriente de fluido refrigerante de modo que cambia de fase gaseosa a fase líquida, y
- un divisor de flujo, destinado a dividir la corriente de fluido refrigerante condensada, dirigiendo el flujo primario hacia la bomba y el flujo secundario hacia la válvula de laminación.

25

10. Equipo según la reivindicación 4, donde la relación de presiones de la turbina (106) es 3 o mayor que 3.

11. Equipo según la reivindicación 4, donde la temperatura del aire al salir de la turbina 30 (106) es del entorno de 125 grados centígrados bajo 0.

12. Equipo según la reivindicación 4, que además comprende una válvula (113) de 3 vías conectada a la turbina (106), de modo que al ser activada redirige el aire que sale de la turbina (106) directamente hacia el regenerador (105) sin pasar previamente por el 35 intercambiador de calor (107).

13. Equipo según la reivindicación 4, donde el al menos un compresor (100, 101) funciona de manera intermitente para consumir menos energía.

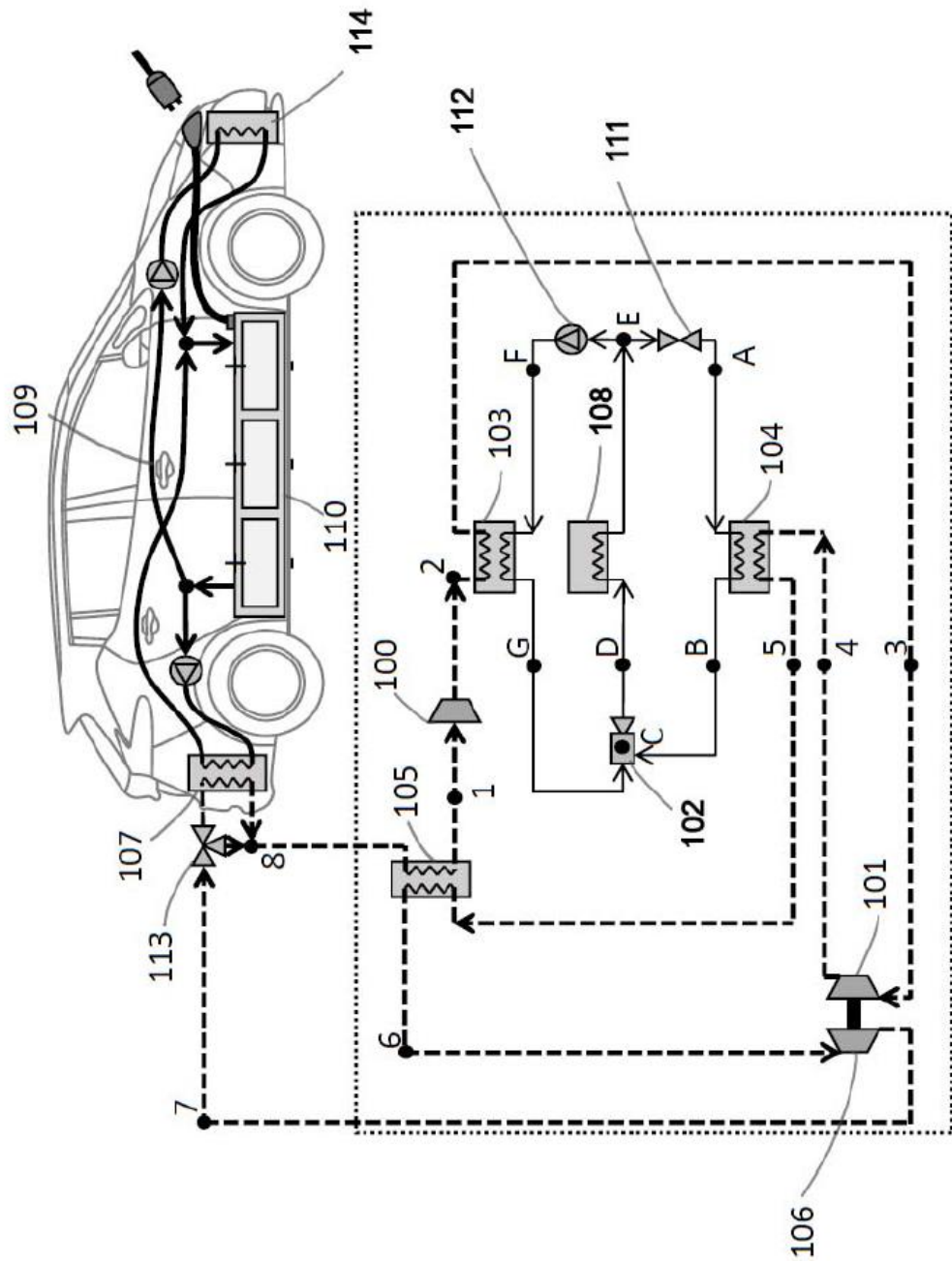


FIG. 1

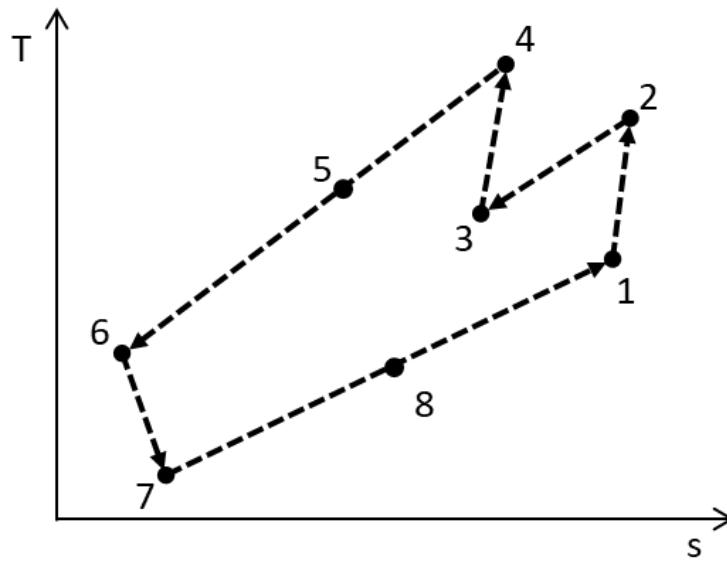


FIG. 2

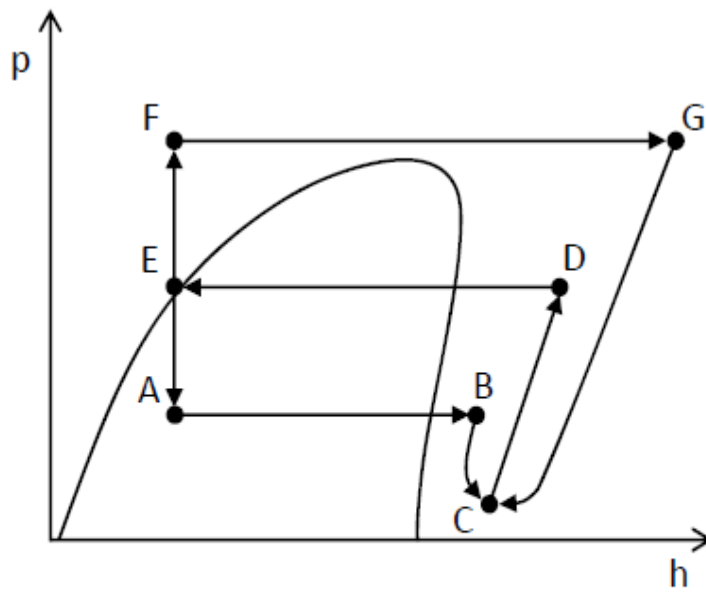


FIG. 3



- ②① N.º solicitud: 201931124
②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.12.2019
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	EP 0683364 A2 (AIR PROD & CHEM) 22/11/1995, Columna 1, línea 1 - columna 2, línea 11; columna 3, líneas 10 - 42; figura 1.	4,5,7,8,11-13 1-3,6,9,10
X A	DE 2828914 A1 (LINDE AG) 10/01/1980, Página 4, líneas 14 - 19; página 10, línea 8 - página 13, línea 22; figuras 1, 2.	4,5,10-13 1-3,6-9
A	GB 2307734 A (FITT PETER WILLIAM) 04/06/1997, Página 1, línea 1 - página 4, línea 7; figura 1.	1-13
A	WO 2012045955 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA et al.) 12/04/2012, Página 1, líneas 4 - 5; página 2, línea 1 - página 3, línea 8; página 4, línea 14 - página 8, línea 2; figuras.	1-13
A	US 2014308559 A1 (HWANG JAE CHEOL) 16/10/2014, párrafos [0006] - [0009]; [0030] - [0032].	1-13

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
27.02.2020

Examinador
A. Rodríguez Cogolludo

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B60L58/10 (2019.01)

B60L58/24 (2019.01)

B60L58/26 (2019.01)

F25B9/00 (2006.01)

F25B9/06 (2006.01)

F25B9/08 (2006.01)

F25B9/10 (2006.01)

B60H1/00 (2006.01)

B60H1/32 (2006.01)

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

B60L, F25B, B60H

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

INVENES, EPODOC