

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 110**

51 Int. Cl.:

H01M 10/42 (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)
H01M 10/50 (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2010 E 10707078 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 2394325**

54 Título: **Procedimiento de gestión térmica de una batería eléctrica**

30 Prioridad:

09.02.2009 FR 0900564

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

09.12.2013

73 Titular/es:

**DOW KOKAM FRANCE SAS (100.0%)
8 rue Marcel Paul ZI de la Bonde
91300 Massy, FR**

72 Inventor/es:

GABEN, FABIEN

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 433 110 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de gestión térmica de una batería eléctrica.

5 La invención se refiere a un procedimiento de gestión térmica de una batería eléctrica que está destinada en particular a la tracción de un vehículo automotriz eléctrico o híbrido, es decir, que comprende un motor eléctrico de accionamiento de las ruedas motrices combinado con un motor térmico de accionamiento de estas ruedas o eventualmente de otras ruedas motrices.

10 En particular, la invención se aplica a un alto grado de hibridación de los vehículos térmicos que puede llegar hasta una electrificación completa de la cadena de tracción. En este caso, las baterías no se usan únicamente para asistir a los vehículos en fases de aceleración sino igualmente para asegurar el desplazamiento del vehículo de manera autónoma a distancias más o menos importantes.

La batería eléctrica puede igualmente encontrar su aplicación en otros campos técnicos, por ejemplo, para el almacenamiento de energía eléctrica en otros modos de transporte, en particular en aeronáutica. Por otra parte, en aplicaciones estacionarias tales como para las máquinas eólicas, la gestión térmica de una batería según la invención puede igualmente ser utilizada de forma ventajosa.

15 Para garantizar los niveles de potencia y/o de energía requeridos para las aplicaciones consideradas, es necesario crear baterías que comprendan una pluralidad de elementos generadores de energía eléctrica que puedan ser montados en serie.

20 Los elementos generadores comprenden clásicamente al menos una celda electroquímica, por ejemplo de tipo Litio – ión o Litio – polímero, que está formada por un apilamiento de capas electro activas que actúan sucesivamente como cátodos y ánodos, dichas capas se ponen en contacto por medio de un electrolito.

Sin embargo, cuando estos elementos se cargan y descargan, resulta de esto una producción de calor que, cuando no se controla, puede tener como efecto disminuir la duración de vida de los elementos, e incluso dar lugar en condiciones extremas a riesgos de aceleración térmica para algunas composiciones químicas de celdas, conduciendo al deterioro de la batería.

25 Así, para optimizar la seguridad, el rendimiento y la duración de vida de las baterías, los sistemas de acondicionamiento térmico de los elementos se integran en las baterías, para mantener la temperatura de dicha batería a un nivel de temperatura óptima.

30 Además, en la aplicación automotriz prevista, la eficacia de estos sistemas debe ser importante ya que los picos de disipación térmica son función de las densidades de corriente y de sus variaciones que pueden alcanzar valores muy elevados, en particular durante fases de fuertes aceleraciones, de frenados regenerativos, de recargas rápidas de la batería o de funcionamiento en autopistas en modo eléctrico. Por otra parte, las baterías de alta energía, que utilizan elementos de gran espesor cuya relación entre las superficies de intercambio y el volumen que produce el calor es reducida, deben por esto ser enfriadas de forma particularmente eficaz.

35 En particular, los sistemas de acondicionamiento térmico pueden comprender una cámara formada esencialmente alrededor de los elementos generadores, en la cual circula un fluido de intercambio térmico con dichos elementos. Además, para asegurar el acondicionamiento térmico, los sistemas conocidos comprenden un dispositivo de calentamiento y/o un dispositivo de enfriamiento del fluido en circulación. Así, acondicionando térmicamente el fluido y haciendo circular un flujo continuo de dicho fluido alrededor de los elementos, puede realizarse el acondicionamiento térmico de la batería.

40 Sin embargo, esta estrategia de gestión térmica conduce a la aparición de un gradiente térmico en el seno de los elementos, cuya amplitud es importante en las baterías de alta energía ya que ella depende además:

- de la diferencia de temperaturas entre el fluido y los elementos ;
- del espesor de los elementos ;
- de las propiedades de conducción térmica entre el corazón de los elementos y el fluido ;
- 45 • de la potencia térmica que se desprende de los elementos en uso.

Ahora bien, cuando se vuelve demasiado importante, este gradiente de temperatura provoca un desequilibrio térmico de los elementos que induce un riesgo para la seguridad y la duración de vida de la batería. En efecto, las capacidades y resistencias internas locales en el seno de los elementos dependen de la temperatura local de estos. La electroquímica de los elementos puede, por tanto, ser exigida de manera diferente, una sobre-exigencia local podría conducir a una aceleración de los fenómenos de envejecimiento.

Además, el acondicionamiento térmico de la batería consume una parte importante de la energía eléctrica almacenada en el vehículo. Este aumento de consumo energético induce una pérdida de autonomía de los vehículos eléctricos. Para conservar la autonomía a la que aspira la aplicación, puede ser necesario compensar este aumento de consumo con un sobredimensionamiento de la batería, lo cual no es rentable desde un punto de vista puramente económico.

5 Por otra parte, los elementos de batería Li-ión de alta densidad energética presentan resistencias internas que son muy sensibles a la temperatura. Esta particularidad hace que si se desea preservar la autonomía y el rendimiento de las baterías para vehículos eléctricos en tiempo frío, se hace necesario calentarlas por medio del sistema de acondicionamiento térmico. Este calentamiento puede igualmente ser una fuente de consumo de energía en las fases de rodaje.

10 Finalmente, el aumento del tamaño de los elementos para obtener una batería de alta densidad energética puede ser visto como una puesta en paralelo de varios apilamientos eléctricamente activos elementales. En caso de fuertes demandas de corriente, tomando la corriente preferentemente el camino de menos resistencia, el equilibrado de las resistencias ente cada rama elemental puesta en paralelo se vuelve primordial.

15 Estas diferencias de resistencias internas pueden inducir a una sobreconcentración local en corriente que provoca una caída del potencial en el seno de un elemento. Esta caída no puede ser detectada por una medida de la tensión global del elemento, y esto resulta en el riesgo de atravesar localmente un umbral de tensión « peligroso » para la electroquímica de dicho elemento.

20 El documento JP 09019074 A describe un procedimiento de gestión térmica que permite mantener una batería en un espacio de funcionamiento a una temperatura determinada. Los documentos EP 1876051 y US 2008/0311466 A1 describen igualmente un procedimiento de gestión térmica de una batería eléctrica.

La invención pretende resolver los problemas de la técnica anterior proponiendo en particular un procedimiento de gestión térmica de una batería que permite limitar el consumo eléctrico necesario para su acondicionamiento térmico de manera que se aumente su autonomía, y así preservar su duración de vida y su seguridad de funcionamiento.

25 A este efecto, la invención propone un procedimiento de gestión térmica de una batería eléctrica que comprende una pluralidad de elementos generadores de energía eléctrica, dicho procedimiento prevé, durante la recarga de la batería sobre una fuente eléctrica externa, acondicionar previamente dicha batería a una temperatura media T_0 y, durante la utilización de dicha batería, determinar el valor absoluto ΔT_2 de la diferencia entre la temperatura T_0 y la temperatura media T de dicha batería, dicho procedimiento prevé activar un dispositivo de acondicionamiento térmico de dicha batería cuando la diferencia ΔT_2 es superior a una consigna C_2 , dicha consigna se establece en función del estado de carga SOC de dicha batería.

30 Otras particularidades y ventajas de la invención aparecerán en la descripción que sigue, hecha en referencia a la figura adjunta que representa una arquitectura para la aplicación de un procedimiento de gestión térmica de una batería eléctrica según un modo de realización de la invención.

35 El procedimiento permite la gestión térmica de una batería eléctrica 1, dicha gestión se entiende tanto en aporte como en retirada de calorías de manera que se mantenga la batería 1 en un nivel de funcionamiento a temperatura óptima. En particular, el procedimiento permite asegurar rápida y eficazmente un aporte o una retirada de calorías en la batería 1, de manera que se asegure la regulación térmica cualquiera que sean las condiciones de utilización.

La batería 1 comprende una pluralidad de elementos 2 generadores de energía eléctrica. En particular, los elementos 2 comprenden al menos una celda electroquímica, por ejemplo de tipo Litio - ión o Litio - polímero.

40 Cada celda está formada por un apilamiento de capas electro-activas que actúan sucesivamente como cátodos y ánodos, dichas capas se ponen en contacto por medio de un electrolito. Las capas pueden ser acondicionadas en un envoltorio flexible. En una variante, ellas pueden acondicionarse en un contenedor rígido.

45 En un ejemplo de realización, los elementos 2 están formados cada uno con dos celdas electroquímicas montadas eléctricamente en paralelo. Además, la batería 1 comprende una pluralidad de módulos que están formados por varios elementos 2 montados eléctricamente en serie, dichos módulos son igualmente montados eléctricamente en serie.

50 Según una realización, el procedimiento prevé utilizar un sistema de acondicionamiento térmico que comprende una cámara que contiene un fluido de intercambio térmico con los elementos 2, dicha cámara se extiende esencialmente alrededor de los elementos para asegurar el intercambio térmico a nivel de su pared. El fluido puede ser un gas, en particular aire, o un líquido, en particular un líquido dieléctrico con escasa tensión de vapor o de agua eventualmente glicolada.

En relación con la figura, la cámara comprende envoltorios 3 que están formados cada uno alrededor de un elemento 2, los envoltorios se alimentan con fluido por un circuito cerrado. Además, el sistema de acondicionamiento comprende un dispositivo de puesta en circulación del fluido en la cámara que, en la figura, está formado por una bomba 4. Más

precisamente, el circuito presenta una parte aguas arriba 5 y una parte aguas abajo 6 entre las cuales el fluido puede circular a través de los envoltorios 3, dicho circuito comprende igualmente un vaso de expansión 7.

5 En particular, los envoltorios 3 permiten asegurar un acondicionamiento térmico en paralelo de cada uno de los elementos 2, es decir, que el fluido que recorre un envoltorio 3 sale directamente de la parte aguas arriba 5, sin haber recorrido previamente otro envoltorio 3. Por tanto esto da como resultado una excelente homogeneidad térmica y se evita la acumulación de calor ligada a una sucesión de intercambios térmicos con los elementos 2.

10 Para asegurar el acondicionamiento térmico, el sistema comprende igualmente al menos un dispositivo de acondicionamiento térmico de dicho fluido. El circuito representado integra un dispositivo de calentamiento del fluido, por ejemplo, en forma de un calentador de inmersión 8, así como un dispositivo de enfriamiento del fluido. En particular, el dispositivo de enfriamiento comprende un intercambiador térmico 9 con el exterior o con un bucle frío, en particular equipado con un ventilador 10.

En una variante no representada, los dispositivos de enfriamiento y de calentamiento pueden estar integrados en un mismo intercambiador, por ejemplo, aire-aire, agua-agua o aire-agua, capaz de enfriar o de calentar el fluido en función de la necesidad.

15 El procedimiento prevé, durante la recarga de la batería 1 sobre una fuente eléctrica externa, acondicionar previamente dicha batería a una temperatura media T_0 . En particular, esta temperatura de acondicionamiento previo puede estar prevista, en particular, en función de la estación, para asegurar un funcionamiento óptimo de la batería 1, por ejemplo se establece entre 15 y 30 °C para una electroquímica a base de litio. Así, cualquiera que sea la temperatura ambiente en particular en función de la estación, el funcionamiento de la batería 1 puede ser optimizado desde el principio de su utilización.

20 Además, este acondicionamiento previo permite no afectar la autonomía de la batería 1 ya que la energía necesaria se consume sobre la fuente externa, en particular desde la red eléctrica sobre la cual la batería 1 está conectada durante su recarga.

25 Por otra parte, durante el acondicionamiento térmico previo de la batería 1, el dispositivo de circulación 4, solo o respectivamente en asociación con uno de los dispositivos de acondicionamiento térmico 8, 9, puede ser activado para mantener o, respectivamente alcanzar, la temperatura T_0 de acondicionamiento previo de forma homogénea en toda la batería 1.

30 Durante la utilización de la batería 1, el procedimiento prevé varias etapas iterativas que se realizan con una frecuencia suficiente para asegurar un buen acondicionamiento térmico de la batería 1 relativamente a su autonomía, su duración de vida así como su seguridad.

35 El procedimiento prevé la determinación del valor absoluto ΔT_2 de la diferencia entre la temperatura T_0 y la temperatura media T de la batería 1. Para determinar la temperatura media de la batería 1, el sistema de acondicionamiento puede comprender varios sensores 11 de medición de la temperatura del fluido. El modo de realización representado prevé sensores 11 de temperatura respectivamente a la entrada de la parte aguas arriba 5, a la salida de la parte aguas abajo 6 y aguas abajo del dispositivo de enfriamiento 9.

Seguidamente, el procedimiento prevé dirigir específicamente un dispositivo de acondicionamiento en función de la diferencia ΔT_2 determinada. En particular, se activa un dispositivo de acondicionamiento térmico cuando la diferencia ΔT_2 es superior a una consigna C_2 .

40 Así, el procedimiento permite economizar el consumo eléctrico de los dispositivos de acondicionamiento 8, 9 cuando la diferencia ΔT_2 es inferior a la consigna C_2 . Por consiguiente, la consigna C_2 se establece de manera que ningún acondicionamiento térmico es necesario mientras la diferencia ΔT_2 no lo exceda. Así, la seguridad de la batería 1 está garantizada contra una temperatura de funcionamiento demasiado importante o demasiado baja, y esto únicamente cuando este escenario aparece para limitar el consumo eléctrico necesario al acondicionamiento térmico.

45 En particular, si la diferencia ΔT_2 es superior a la consigna C_2 , el procedimiento prevé la activación del dispositivo de calentamiento 8 – respectivamente de enfriamiento 9 – cuando la temperatura T es inferior – respectivamente superior - a la temperatura T_0 . Según una realización, la consigna C_2 presenta un primer valor C_{2c} más allá del cual se activa el dispositivo de calentamiento 8 y un segundo valor C_{2f} más allá del cual se activa el dispositivo de enfriamiento 9.

50 En el modo de realización representado, la desactivación – respectivamente la activación – del dispositivo de enfriamiento 9 se realiza por derivación – respectivamente alimentación – de la circulación del fluido en el intercambiador 9.

Para hacer esto, el circuito presenta un bucle primario 12 equipado por una primera válvula 13, dicho bucle une la batería 1 al dispositivo de calentamiento 8, y un bucle secundario 14 equipado con una segunda válvula 15, dicho bucle secundario une dicho bucle primario al intercambiador 9. Así, el accionamiento selectivo de las válvulas 13, 15 permite la derivación o la alimentación de la circulación del fluido en el intercambiador 9.

Para mejorar la duración de vida de la batería 1 y limitar el consumo eléctrico necesario a su acondicionamiento térmico, el procedimiento prevé además que la consigna C_2 se establezca en función del estado de carga SOC de la batería 1.

5 En particular, la ley de establecimiento de la consigna C_2 es decreciente en función del estado de carga SOC. En efecto, los elementos son aún menos sensibles al envejecimiento térmico cuando su estado de carga es bajo.

Según una realización, la ley de establecimiento puede escribirse en la forma:

$$C_2 = C_0 - a(\text{SOC}) - b(\text{SOC})^2, \text{ SOC varía entre 0 y 1 en función del estado de carga de la batería 1, } a \text{ y } b \text{ son parámetros establecidos en función de las características de la batería 1, } C_0 \text{ es una consigna máxima.}$$

10 En particular, la consigna máxima C_0 puede ser igual o del orden de $a + b$. Así, para un SOC máximo, la consigna C_2 está próxima de cero, de manera que se preservan los elementos 2 contra cualquier envejecimiento térmico cuando su carga es máxima. Por ejemplo, b puede ser del orden de dos veces a , en particular utilizando $a = 5$ y $b = 10$.

15 El procedimiento descrito prevé además la determinación de la diferencia ΔT_1 entre las temperaturas del elemento 2 el más caliente y del elemento 2 el más frío. Para hacer esto, puede preverse un sensor de temperatura para medir la temperatura directamente sobre el elemento 2, en particular sobre las conexiones de dicho elemento. En una variante, las diferencias de temperatura ΔT_1 y/o ΔT_2 pueden determinarse de forma indirecta por medio de un parámetro de funcionamiento de la batería 1, en particular por análisis de la intensidad de la corriente que es liberada por dicha batería.

20 A continuación, el procedimiento prevé dirigir específicamente el sistema de acondicionamiento en función de las diferencias ΔT_1 , ΔT_2 determinadas. Así, cuando la diferencia ΔT_1 es inferior a una consigna C_1 , el procedimiento prevé desactivar el dispositivo de puesta en circulación 4 así como los dispositivos de acondicionamiento térmico 8, 9. Típicamente, la consigna C_1 puede establecerse entre 2 y 5°C sin impacto sobre el buen funcionamiento de la batería 1.

25 Así, sobre la base de la inercia térmica de la batería 1, en particular por el hecho de la gran cantidad de fluido contenida en la cámara, el acondicionamiento térmico está asegurado sin consumir la energía eléctrica de dicha batería. Además, la invención evita la utilización de un flujo continuo de fluido condicionado térmicamente, de manera que se limita la creación de un gradiente térmico entre las paredes y el núcleo de dichos elementos.

30 Sin embargo, cuando la diferencia ΔT_1 es superior a la consigna C_1 , el procedimiento prevé activar el dispositivo 4 de puesta en circulación del fluido manteniendo desactivados los dispositivos de acondicionamiento térmico 8, 9 si la diferencia ΔT_2 es inferior a la consigna C_2 . En particular, la activación del dispositivo de puesta en circulación 4 y/o la activación del dispositivo de acondicionamiento térmico 8, 9 puede corresponder a un funcionamiento de los mencionados dispositivos según una consigna predefinida, o a un readaptación del funcionamiento en función de las diferencias ΔT_1 y/o ΔT_2 .

Así, incluso cuando la diferencia ΔT_2 es inferior a la consigna C_2 , el procedimiento permite asegurar la homogenización de la temperatura entre los elementos 2. Además, esta homogenización sin acondicionamiento térmico del fluido limita el gradiente térmico entre dicho fluido y los elementos 2 así como dentro de los elementos 2 mismos.

35 El valor de la temperatura T_0 de acondicionamiento previo así como los valores de las consignas C_1 , C_2 , pueden establecerse por programación en el algoritmo de gestión térmica de la batería 1, dichos valores se ajustan en función de las características de la batería 1 y/o de sus condiciones climáticas de utilización.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de gestión térmica de una batería eléctrica (1) que comprende una pluralidad de elementos (2) generadores de energía eléctrica, dicho procedimiento prevé, durante la recarga de la batería (1) sobre una fuente eléctrica externa, acondicionar previamente dicha batería a una temperatura media T_0 y, durante la utilización de dicha batería, determinar el valor absoluto ΔT_2 de la diferencia entre la temperatura T_0 y la temperatura media T de dicha batería, dicho procedimiento prevé activar un dispositivo de acondicionamiento térmico de dicha batería cuando la diferencia ΔT_2 es superior a una consigna C_2 , dicha consigna se establece en función del estado de carga SOC de dicha batería.
2. Procedimiento de gestión térmica según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la ley de establecimiento de la consigna C_2 es decreciente en función del estado de carga SOC.
3. Procedimiento de gestión térmica según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la ley de establecimiento se escribe en la forma de:
- $$C_2 = C_0 - a(\text{SOC}) - b(\text{SOC})^2, \text{ SOC varía entre 0 y 1 en función del estado de carga de la batería (1), a y b son parámetros establecidos en función de las características de la batería (1), } C_0 \text{ es una consigna máxima.}$$
4. Procedimiento de gestión térmica según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la consigna máxima C_0 es igual o del orden de $a + b$.
5. Procedimiento de gestión térmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** prevé, en el caso donde la diferencia ΔT_2 es superior a la consigna C_2 , la activación de un dispositivo de calentamiento (8) – respectivamente de enfriamiento (9) - cuando la temperatura T es inferior – respectivamente superior – a la temperatura T_0 .
6. Procedimiento de gestión térmica según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la consigna C_2 presenta un primer valor C_{2c} más allá del cual se activa el dispositivo de calentamiento (8) y un segundo valor C_{2f} más allá del cual se activa el dispositivo de enfriamiento (9).
7. Procedimiento de gestión térmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la temperatura T_0 de acondicionamiento previo se establece entre 15 y 30°C.
8. Procedimiento de gestión térmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** prevé utilizar un sistema de acondicionamiento térmico que comprende una cámara que contiene un fluido de intercambio térmico con dichos elementos, dicho sistema comprende además un dispositivo de puesta en circulación de dicho fluido en dicha cámara y al menos un dispositivo de acondicionamiento térmico de dicho fluido.
9. Procedimiento de gestión térmica según la reivindicación 8, **caracterizado porque** la temperatura del fluido se mide para determinar la temperatura media T de la batería (1).
10. Procedimiento de gestión térmica según la reivindicación 8 o 9, **caracterizado porque** prevé además, durante la utilización de la batería (1), determinar la diferencia ΔT_1 entre las temperaturas del elemento (2) más caliente y del elemento (2) más frío y:
- cuando la diferencia ΔT_1 es inferior a una consigna C_1 , desactivar el dispositivo de puesta en circulación (4) así como el o los dispositivo(s) de acondicionamiento térmico (8, 9) ;
 - cuando la diferencia ΔT_1 es superior a la consigna C_1 , activar el dispositivo de puesta en circulación (4) del fluido manteniendo desactivado(s) el o los dispositivo(s) de acondicionamiento térmico (8, 9) si la diferencia ΔT_2 es inferior a la consigna C_2 .
11. Procedimiento de gestión térmica según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la consigna C_1 se establece entre 2 y 5°C.

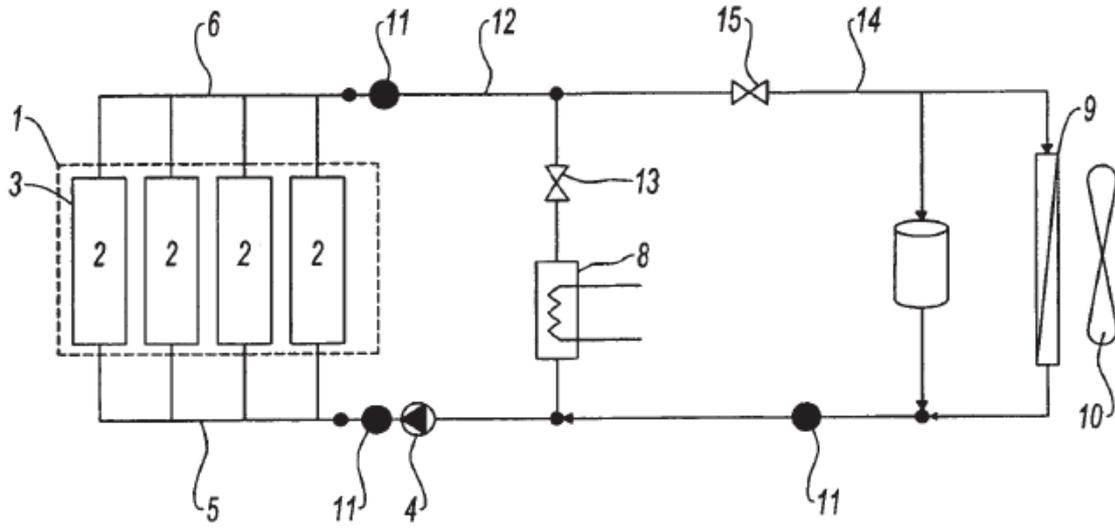


FIGURA ÚNICA