

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 908 787**

51 Int. Cl.:

**C09K 5/04**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.01.2018 PCT/US2018/013647**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.07.2018 WO18132757**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2018 E 18739154 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.12.2021 EP 3568449**

54 Título: **Refrigerante, composiciones de transferencia de calor, métodos y sistemas**

30 Prioridad:

**13.01.2017 US 201762445800 P  
13.01.2017 US 201762445816 P  
21.06.2017 US 201762522860 P  
21.06.2017 US 201762522851 P  
21.06.2017 US 201762522846 P  
21.06.2017 US 201762522836 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.05.2022**

73 Titular/es:

**HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (100.0%)  
115 Tabor Road, P.O.Box 377  
Morris Plains, NJ 07950, US**

72 Inventor/es:

**CLOSE, JOSHUA;  
SETHI, ANKIT;  
YANA MOTTA, SAMUEL, F.;  
PETERSEN, MICHAEL;  
POTTKER, GUSTAVO y  
VOGL, RONALD, PETER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 908 787 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**

Refrigerante, composiciones de transferencia de calor, métodos y sistemas

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a composiciones, métodos y sistemas con utilidad en un sistema de intercambio de calor, incluidas las aplicaciones de refrigeración y, en particular, a los aspectos de las composiciones para el reemplazo del refrigerante R-134a para aplicaciones de calefacción y refrigeración, y al reacondicionamiento de sistemas de intercambio de calor, incluidos los sistemas que contienen R-134a.

**Antecedentes**

10 Los sistemas de refrigeración mecánica, y los dispositivos de transferencia de calor relacionados, tales como bombas de calor y acondicionadores de aire, que usan líquidos refrigerantes son bien conocidos en la técnica para usos industriales, comerciales y domésticos. Los clorofluorocarbonos (CFC) se desarrollaron en la década de 1930 como refrigerantes para tales sistemas. Sin embargo, desde la década de 1980, el efecto de los CFC en la capa de ozono estratosférico se ha convertido en el foco de mucha atención. En 1987, varios gobiernos firmaron el Protocolo de Montreal para proteger el medio ambiente mundial, estableciendo un cronograma para la eliminación gradual de los  
15 productos CFC. Los CFC fueron reemplazados por materiales ambientalmente más aceptables que contenían hidrógeno, a saber, los hidroclorofluorocarbonos (HCFC).

Uno de los refrigerantes de hidroclorofluorocarbono más usados fue el clorodifluorometano (HCFC-22). Sin embargo, las enmiendas posteriores al Protocolo de Montreal aceleraron la eliminación de los CFC y también programaron la eliminación de los HCFC, incluido el HCFC-22.

20 En respuesta al requisito de una alternativa no inflamable y no tóxica a los CFC y HCFC, la industria ha desarrollado una serie de hidrofluorocarbonos (HFC) que tienen un potencial de agotamiento de la capa de ozono nulo. El R-134a (1,1,1,2-tetrafluoroetano) se adoptó para varias aplicaciones de intercambio de calor, incluidas aplicaciones de refrigeración tales como sistemas de refrigeración de temperatura media y máquinas expendedoras, así como bombas de calor y enfriadores, ya que no contribuye al agotamiento del ozono.

25 Sin embargo, el R-134a tiene un Potencial de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés) de aproximadamente 1430 (según IPCC (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. S. Solomon y otros, Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido página 996). Por tanto, existe una necesidad en la técnica para el reemplazo del R-134a por una alternativa más aceptable desde el punto de vista medioambiental.

30 Se entiende en la técnica que los fluidos de transferencia de calor de reemplazo deben poseer un mosaico de propiedades dependiendo de la aplicación particular. Para muchas de las aplicaciones que implican el enfriamiento o el calentamiento del aire al que se pretende exponer a los miembros del público, ese mosaico generalmente incluirá excelentes propiedades de transferencia de calor, estabilidad química, baja o nula toxicidad, no inflamabilidad y/o compatibilidad con lubricantes, entre otros. La identificación de un fluido de transferencia de calor que cumpla con  
35 todos estos requisitos no es trivial.

La no inflamabilidad se considera una propiedad importante y, en algunos casos, esencial para muchas aplicaciones de transferencia de calor. Por lo tanto, con frecuencia es beneficioso usar compuestos en tales composiciones, que sean no inflamables. Como se usa en la presente invención, el término "no inflamable" se refiere a compuestos o  
40 composiciones que se determinan que son no inflamables según la Norma ASTM E-681-2001 en las condiciones descritas en la Norma ASHRAE 34-2013 y las descritas en el Apéndice B1 de la Norma ASHRAE 34-2013.

Sin embargo, generalmente se entiende que la no inflamabilidad está inversamente correlacionada con un GWP bajo. Por ejemplo, mientras que el R-134a está clasificado como un refrigerante no inflamable (es decir, clase 1), dicho refrigerante tiene un GWP alto de aproximadamente 1430. En cambio, mientras que el R152a (1,1-difluoroetano) tiene un GWP de aproximadamente 124, está clasificado como un refrigerante inflamable (es decir, clase 2). Por lo tanto,  
45 generalmente es difícil proporcionar un refrigerante que sea no inflamable y que tenga un GWP bajo, es decir, un GWP de no más de aproximadamente 150.

**Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1A muestra un ejemplo de un sistema de refrigeración con R-134a usado anteriormente;

50 La Figura 1B muestra un ejemplo de un sistema de refrigeración con R-134a que es la base para los Ejemplos Comparativos descritos en la presente invención.

La Figura 2 muestra un sistema de refrigeración en cascada según realizaciones preferidas de la invención;

La Figura 3 muestra un sistema de refrigeración en cascada alternativo según realizaciones preferidas de la invención;

La Figura 4 muestra un sistema de refrigeración en cascada alternativo según realizaciones de la invención; y

La Figura 5 muestra un sistema de refrigeración en cascada alternativo según realizaciones de la invención.

**Sumario de la invención**

5 Los solicitantes han encontrado que las composiciones de la presente invención satisfacen de una manera excepcional e inesperada la necesidad de alternativas y/o reemplazos y/o reacondicionamientos para refrigerantes en tales aplicaciones, en particular y preferiblemente para el HFC-134a (también denominado en la presente invención como "R-134a") que a la vez tienen valores de GWP más bajos y proporcionan fluidos no inflamables y no tóxicos que tienen una eficiencia y capacidad de enfriamiento similares a las del R-134a en aplicaciones de refrigeración en tales sistemas.

10 La presente invención incluye refrigerantes que consisten en al menos aproximadamente el 97% en peso de los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

de aproximadamente el 77% en peso a aproximadamente el 83% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

15 de aproximadamente el 15% en peso a aproximadamente el 21% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 1.

Como se usa en la presente invención con respecto a los porcentajes basados en una lista de compuestos o componentes, el término "porcentajes relativos" significa el porcentaje de los compuestos o componentes identificados basados en el peso total de los componentes enumerados.

20 Como se usa en la presente invención con respecto a los porcentajes en peso, el término "aproximadamente" en relación con las cantidades expresadas en porcentaje en peso significa que la cantidad del componente puede variar en una cantidad del +/- 2% en peso. La cantidad del componente es preferiblemente el +/- 1% en peso, más preferiblemente el +/- 0,5% en peso, incluso más preferiblemente el +/- 0,3% en peso y lo más preferiblemente el +/- 0,2% en peso. Los refrigerantes y composiciones de la invención incluyen en realizaciones preferidas cantidades de un compuesto o componente identificado especificado como "aproximadamente" en donde la cantidad es la cantidad identificada en +/- 1% en peso, e incluso más preferiblemente en +/- 0,5% en peso.

25 La presente invención incluye refrigerantes que consisten en al menos aproximadamente el 98,5% en peso de los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

30 de aproximadamente el 77% en peso al aproximadamente el 83% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

de aproximadamente el 15% en peso a aproximadamente el 21% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes que se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 2.

35 La presente invención incluye refrigerantes que comprenden al menos aproximadamente el 99,5% en peso de los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

de aproximadamente el 77% en peso a aproximadamente el 83% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

40 de aproximadamente el 15% en peso a aproximadamente el 21% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 3.

La presente invención incluye refrigerantes que consisten esencialmente en los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

45 de aproximadamente el 77% en peso a aproximadamente el 83% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

de aproximadamente el 15% en peso a aproximadamente el 21% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 4.

La presente invención incluye refrigerantes que consisten en los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

5 de aproximadamente el 77% en peso a aproximadamente el 83% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

de aproximadamente el 15% en peso a aproximadamente el 21% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 5.

La presente invención incluye refrigerantes que comprenden al menos aproximadamente el 97% en peso de los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

10 el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

aproximadamente el 78% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

aproximadamente el 20% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 6.

15 La presente invención incluye refrigerantes que comprenden al menos aproximadamente el 98,5% en peso de los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

aproximadamente el 78% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

aproximadamente el 20% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 7.

20 La presente invención incluye refrigerantes que consisten esencialmente en los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

aproximadamente el 78% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

25 aproximadamente el 20% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 8.

La presente invención incluye refrigerantes que consisten en los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

aproximadamente el 78% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

30 aproximadamente el 20% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 9.

La presente invención incluye refrigerantes que comprenden al menos aproximadamente el 98,5% en peso de los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

35 el 78% +/- 0,5% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

el 20% +/- 0,5% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 10.

La presente invención incluye refrigerantes que consisten esencialmente en los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

40 el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

el 78% +/- 0,5% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

el 20% +/- 0,5% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 11.

La presente invención incluye refrigerantes que consisten en los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

el 78% +/- 0,5% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y

5 el 20% +/- 0,5% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).

Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 12.

La presente invención incluye refrigerantes que comprenden al menos aproximadamente el 97% en peso de los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

10 del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

de aproximadamente el 73% en peso a aproximadamente el 87% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),

el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y

15 de aproximadamente el 6,6% en peso a aproximadamente el 20,6% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 13.

La presente invención incluye refrigerantes que comprenden al menos aproximadamente el 98,5% en peso de los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

20 de aproximadamente el 73% en peso a aproximadamente el 87% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),

el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y

de aproximadamente el 6,6% en peso a aproximadamente el 20,6% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 14.

25 La presente invención incluye refrigerantes que comprenden al menos aproximadamente el 99,5% en peso de los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

de aproximadamente el 73% en peso a aproximadamente el 87% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),

el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y

30 de aproximadamente el 6,6% en peso a aproximadamente el 20,6% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 15.

La presente invención incluye refrigerantes que consisten esencialmente en los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

35 de aproximadamente el 73% en peso a aproximadamente el 87% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),

el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y

40 de aproximadamente el 6,6% en peso hasta aproximadamente el 20,6% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 16.

La presente invención incluye refrigerantes que consisten en los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

de aproximadamente el 73% en peso hasta aproximadamente el 87% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),

el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y

5 de aproximadamente el 6,6% en peso hasta aproximadamente el 20,6% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 17.

La presente invención incluye refrigerantes que comprenden al menos aproximadamente el 98,5% en peso de los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

10 aproximadamente el 84% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),

el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y

aproximadamente el 9,6% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 18.

15 La presente invención incluye refrigerantes que consisten esencialmente en los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

aproximadamente el 84% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),

el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y

20 aproximadamente el 9,6% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 19.

La presente invención incluye refrigerantes que consisten en los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

aproximadamente el 84% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),

25 el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y

aproximadamente el 9,6% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 20.

La presente invención incluye refrigerantes que comprenden al menos aproximadamente el 98,5% en peso de los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

30 el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

el 84% +/- 0,5% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),

el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y

el 9,6% +/- 0,5% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 21.

35 La presente invención incluye refrigerantes que consisten esencialmente en los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),

el 84% +/- 0,5% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),

el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y

40 el 9,6% +/- 0,5% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 22.

La presente invención incluye refrigerantes que consisten en los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:

el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),  
 el 84% +/- 0,5% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),  
 el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y  
 el 9,6% +/- 0,5% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).

5 Los refrigerantes como se describen en este párrafo a veces se denominan por conveniencia como Refrigerante 23.

La presente invención también proporciona composiciones refrigerantes en las que el refrigerante es no inflamable. Como se usa en la presente invención, el término "no inflamable" se refiere a compuestos o composiciones que se determinan que son no inflamables según la norma ASTM E-681-2016 en las condiciones descritas en el Apéndice B1 de la norma ASHRAE 34-2016. En particular, la presente invención proporciona cada uno de los refrigerantes identificados en la presente invención como Refrigerantes 1 - 23 en los que el refrigerante es no inflamable y, por fines de conveniencia, cada refrigerante se denomina en la presente invención como Refrigerante 1NF, Refrigerante 2NF, Refrigerante 3NF, (y hasta) Refrigerante 23NF, respectivamente.

15 La presente invención también proporciona composiciones refrigerantes en las que el refrigerante tiene un Potencial de Calentamiento Global (GWP) de 150 o menos. En particular, la presente invención proporciona cada uno de los refrigerantes identificados en la presente invención como Refrigerantes 1 - 23 en los que el refrigerante tiene un GWP de 150 o menos, y por fines de conveniencia, cada refrigerante se denomina en la presente invención como Refrigerante 1GWP150, Refrigerante 2GWP150, Refrigerante 3GWP150, (y hasta) Refrigerante 23GWP150, respectivamente.

20 La frase "Potencial de Calentamiento Global" (en adelante, "GWP") se desarrolló para permitir comparaciones del impacto sobre el calentamiento global de diferentes gases. Específicamente, es una medida de cuánta energía absorberá la emisión de una tonelada de gas durante un período de tiempo determinado, en relación con la emisión de una tonelada de dióxido de carbono. Cuanto mayor sea el GWP, más calentará la Tierra un gas determinado en comparación con el CO<sub>2</sub> durante ese período de tiempo. El período de tiempo generalmente usado para el GWP es de 100 años. El GWP proporciona una medida común, que permite a los analistas sumar estimaciones de emisiones de diferentes gases. Consulte [www.epa.gov](http://www.epa.gov).

25 La presente invención también proporciona composiciones refrigerantes en las que el refrigerante tiene un Potencial de Calentamiento Global (GWP) de menos de 150 y en las que el refrigerante es no inflamable. En particular, la presente invención proporciona cada uno de los refrigerantes identificados en la presente invención como Refrigerantes 1 - 23 en los que el refrigerante no es inflamable y tiene un GWP de menos de 150, y por fines de conveniencia, cada uno de estos refrigerantes se denomina en la presente invención como Refrigerante 1NFGWP150, Refrigerante 2NFGWP150, Refrigerante 3NFGWP150, (y hasta) Refrigerante 23NFGWP150, respectivamente.

30 La presente invención también proporciona composiciones refrigerantes en las que el refrigerante tiene un Potencial de Calentamiento Global (GWP) de 5 o menos. En particular, la presente invención proporciona cada uno de los refrigerantes identificados en la presente invención como Refrigerantes 1 - 12 en los que el refrigerante tiene un GWP de 5 o menos, y por fines de conveniencia, cada refrigerante se denomina en la presente invención como Refrigerante 1GWP5, Refrigerante 2GWP5, Refrigerante 3GWP5, (y hasta) Refrigerante 12GWP5, respectivamente.

35 La presente invención también proporciona composiciones refrigerantes en las que el refrigerante es no inflamable y tiene un Potencial de Calentamiento Global (GWP) de 5. En particular, la presente invención proporciona cada uno de los refrigerantes identificados en la presente invención como Refrigerantes 1 - 12 en los que el refrigerante tiene un GWP de 5 o menos y en el que el refrigerante es no inflamable, y para fines de conveniencia, cada uno de estos refrigerantes se denomina en la presente invención como Refrigerante 1NFGWP5, Refrigerante 2NFGWP5, Refrigerante 3NFGWP5, (y hasta) Refrigerante 12NFGWP5, respectivamente.

#### Descripción detallada de la invención

45 La presente invención se refiere a refrigerantes, composiciones de transferencia de calor y métodos de transferencia de calor que incluyen o usan un refrigerante que comprende HFCO-1233zd(E), HFO-1234ze(E), trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). El trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I) está fácilmente disponible de una variedad de fuentes comerciales, incluida Matheson TriGas, Inc. El HFCO-1233zd(E) y HFO-1234ze(E) son materiales disponibles comercialmente que se pueden obtener de Honeywell International, Inc.

50 Las realizaciones de la presente invención también incluyen refrigerantes que incluyen HFC-227ea, además de HFCO-1233zd(E), HFO-1234ze(E) y trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). HFC-227ea también es un material conocido y comercialmente disponible.

Refrigerantes

Los solicitantes han encontrado que los refrigerantes de la presente invención son capaces de proporcionar propiedades excepcionalmente ventajosas que incluyen: propiedades de transferencia de calor, estabilidad química, toxicidad baja o nula, no inflamabilidad, potencial de agotamiento del ozono ("ODP", por sus siglas en inglés) cercano a cero y compatibilidad con lubricantes en combinación con un GWP bajo. Una ventaja particular de los refrigerantes de la presente invención es que son no inflamables cuando se prueban según la prueba de no inflamabilidad definida en la presente invención. El experto en la técnica apreciará que la inflamabilidad de un refrigerante es una característica importante para su uso en ciertas aplicaciones importantes de transferencia de calor. Por lo tanto, es un deseo en la técnica proporcionar una composición refrigerante que se pueda usar como un reemplazo para y/o como una actualización para el R-134a en aplicaciones de refrigeración que tenga excelentes propiedades de transferencia de calor, estabilidad química, toxicidad baja o nula, ODP cercano a cero, y compatibilidad con lubricantes y que mantenga la no inflamabilidad en su uso. Este requisito se cumple con los refrigerantes de la presente invención.

Los solicitantes han encontrado que las composiciones de la invención son capaces de lograr una combinación de propiedades difícil de lograr, incluyendo un GWP particularmente bajo. Por lo tanto, las composiciones de la invención tienen preferiblemente un GWP de 150 o menos, o de 5 o menos.

Además, las composiciones de la invención tienen un bajo ODP. Por lo tanto, las composiciones de la invención tienen un ODP de no más de 0,05, preferiblemente no más de 0,02 y más preferiblemente aproximadamente cero.

Además, las composiciones de la invención muestran una toxicidad aceptable y preferiblemente tienen un Límite de Exposición Ocupacional ("OEL", por sus siglas en inglés) de más de aproximadamente 400. Como se usa en la presente invención, el término "Límite de Exposición Ocupacional (OEL)" se usa según y tiene un valor determinado según la norma ASHRAE 34-2016 Designation and Safety Classification of Refrigerants.

Composiciones de transferencia de calor

Preferiblemente, la invención incluye composiciones de transferencia de calor que comprenden uno cualquiera de los refrigerantes de la presente invención, incluyendo en particular cada uno de los Refrigerantes 1 – 23, Refrigerantes 1NF – 23NF, Refrigerantes 1GWP150 – 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 – 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 – 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 – 12NFGWP5, en una cantidad de más del 40% en peso de la composición de transferencia de calor, o más del 50% en peso de la composición de transferencia de calor, o más del 70% en peso de la composición de transferencia de calor, o más del 80% en peso de la composición de transferencia de calor, o más del 90% en peso de la composición de transferencia de calor. La composición de transferencia de calor puede consistir esencialmente o consistir en el refrigerante, incluyendo en particular cada uno de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5.

Las composiciones de transferencia de calor de la invención pueden incluir otros componentes con el fin de mejorar o proporcionar cierta funcionalidad a las composiciones. Dichos otros componentes pueden incluir uno o más de lubricantes, tintes, agentes solubilizantes, compatibilizadores, estabilizadores, antioxidantes, inhibidores de corrosión, aditivos de presión extrema y aditivos antidesgaste.

En realizaciones preferidas, las composiciones de transferencia de calor comprenden uno cualquiera de los refrigerantes de la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5 y un estabilizador.

En realizaciones preferidas, las composiciones de transferencia de calor consisten esencialmente en uno cualquiera de los refrigerantes de la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5 y un estabilizador.

En realizaciones preferidas, las composiciones de transferencia de calor comprenden uno cualquiera de los refrigerantes de la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5 y un lubricante.

En realizaciones preferidas, las composiciones de transferencia de calor consisten esencialmente en uno cualquiera de los refrigerantes de la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5 y un lubricante.

En realizaciones preferidas, las composiciones de transferencia de calor comprenden uno cualquiera de los refrigerantes de la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, un estabilizador y un lubricante.

En realizaciones preferidas, las composiciones de transferencia de calor consisten esencialmente en uno cualquiera de los refrigerantes de la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, un estabilizador y un lubricante.

## 5 Estabilizadores

Ejemplos de estabilizadores útiles para su uso en las composiciones de transferencia de calor de la presente incluyen compuestos a base de dieno y/o compuestos a base de fenol y/o compuestos de fósforo y/o compuestos de nitrógeno y/o epóxidos. Ejemplos de estabilizadores preferidos incluyen compuestos a base de dieno y/o compuestos a base de fenol y/o compuestos de fósforo.

10 El estabilizador se proporciona preferiblemente en la composición de transferencia de calor en una cantidad de más 0, y preferiblemente del 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso, preferiblemente del 0,01% en peso a aproximadamente el 2% en peso, y más preferiblemente del 0,1% a aproximadamente el 1% en peso. En cada caso, el porcentaje en peso se refiere al peso de la composición de transferencia de calor.

15 Los compuestos a base de dienos incluyen dienos de C3 a C15 y compuestos formados por reacción de dos o más dienos de C3 a C4 cualesquiera. Preferiblemente, los compuestos a base de dienos se seleccionan del grupo que consiste en éteres alílicos, propadieno, butadieno, isopreno y terpenos. Los compuestos a base de dienos son preferiblemente terpenos, que incluyen, pero no se limitan a terebento, retinal, geraniol, terpineno, delta-3 careno, terpinoleno, felandreno, fencheno, mirceno, farneseno, pineno, nerol, citral, alcanfor, mentol, limoneno, nerolidol, fitol, ácido carnósico y vitamina A1. Preferiblemente, el estabilizador es farneseno. Estabilizadores de terpeno preferidos se describen en la Solicitud de Documento de Patente Provisional de los EE.UU. de Número 60/638.003 presentada el 20 12 de Diciembre de 2004, publicada como US 2006/0167044A1.

Además, los compuestos a base de dienos se pueden proporcionar en la composición de transferencia de calor en una cantidad mayor de 0, y preferiblemente del 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso, preferiblemente del 0,001% en peso a aproximadamente el 2,5% en peso, y más preferiblemente del 0,01% a aproximadamente el 1% 25 en peso. En cada caso, el porcentaje en peso se refiere al peso de la composición de transferencia de calor.

Los compuestos a base de dienos se proporcionan preferiblemente en combinación con un compuesto de fósforo.

El fenol puede ser uno o más compuestos seleccionados de 4,4'-metilénbis(2,6-di-terc-butilfenol); 4,4'-bis(2,6-di-terc-butilfenol); 2,2- o 4,4-bifenildioles, incluido 4,4'-bis(2-metil-6-terc-butilfenol); derivados de 2,2- o 4,4-bifenildioles; 2,2'-metilénbis(4-etil-6-terc-butilfenol); 2,2'-metilénbis(4-metil-6-terc-butilfenol); 4,4-butilidénobis(3-metil-6-terc-butilfenol); 30 4,4-isopropilidénobis(2,6-di-terc-butilfenol); 2,2'-metilénbis(4-metil-6-nonilfenol); 2,2'-isobutilidénobis(4,6-dimetilfenol); 2,2'-metilénbis(4-metil-6-ciclohexilfenol); 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol (BHT); 2,6-di-terc-butil-4-etilfenol; 2,4-dimetil-6-terc-butilfenol; 2,6-di-terc-alfa-dimetilamino-p-cresol; 2,6-di-terc-butil-4(N,N'-dimetilaminometilfenol); 4,4'-tiobis(2-metil-6-terc-butilfenol); 4,4'-tiobis(3-metil-6-terc-butilfenol); 2,2'-tiobis(4-metil-6-terc-butilfenol); sulfuro de bis(3-metil-4-hidroxi-5-terc-butilbencilo); bis(3,5-di-terc-butil-4-hidroxibencil)sulfuro, tocoferol, hidroquinona, 2,2',6,6'-tetra-terc-butil- 35 4,4'-metiléndifenol y t-butilhidroquinona, y preferiblemente BHT.

Los compuestos de fenol se pueden proporcionar en la composición de transferencia de calor en una cantidad de más de 0, y preferiblemente del 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso, preferiblemente del 0,001% en peso a aproximadamente el 2,5% en peso, y más preferiblemente del 0,01% en peso a aproximadamente el 1% en peso. En cada caso, el porcentaje en peso se refiere al peso de la composición de transferencia de calor.

40 El compuesto de fósforo puede ser un fosfito o un compuesto de fosfato. Para los fines de esta invención, el compuesto de fosfito puede ser un fosfito de diarilo, dialquilo, triarilo y/o trialquilo, y/o un fosfito mixto de arilo/alquilo di- o trisustituido, en particular uno o más compuestos seleccionados de fosfitos impedidos, fosfito de tris-(di-terc-butilfenil), fosfito de di-n-octilo, fosfito de iso-octildifenilo, fosfito de iso-decildifenilo, fosfato de tri-iso-decilo, fosfito de trifenilo y fosfito de difenilo, particularmente fosfito de difenilo.

45 Los compuestos de fosfato pueden ser un fosfato de triarilo, fosfato de trialquilo, fosfato de monoácido de alquilo, fosfato de diácido de arilo, fosfato de amina, preferiblemente fosfato de triarilo y/o fosfato de trialquilo, particularmente fosfato de tri-n-butilo.

Los compuestos de fósforo se pueden proporcionar en la composición de transferencia de calor en una cantidad de más de 0, y preferiblemente del 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso, preferiblemente del 0,001% en peso a aproximadamente el 2,5% en peso, y más preferiblemente del 0,01% en peso a aproximadamente el 1% en peso. En cada caso, en peso se refiere al peso de la composición de transferencia de calor.

50 Cuando el estabilizador es un compuesto nitrogenado, el estabilizador puede comprender un compuesto a base de amina, tal como una o más aminas secundarias o terciarias seleccionadas entre difenilamina, p-fenilendiamina, trietilamina, tributilamina, diisopropilamina, triisopropilamina y triisobutilamina. El compuesto a base de amina puede ser un antioxidante de amina tal como un compuesto de piperidina sustituida, es decir, un derivado de un piperidilo, piperidinilo, piperazinona o alquioxipiperidinilo sustituido con alquilo, particularmente uno o más antioxidantes de amina 55

5 seleccionados de 2,2,6,6-tetrametil-4-piperidona, 2,2,6,6-tetrametil-4-piperidinol; bis-(1,2,2,6,6-pentametilpiperidil) sebacato; di(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)sebacato, poli(N-hidroxi-etil-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxi-piperidil)succinato; parafenilendiaminas alquiladas tales como N-fenil-N'-(1,3-dimetil-butil)-p-fenilendiamina o N,N'-di-sec-butyl-p-fenilendiamina e hidroxilaminas tales como aminas de sebo, metil bis amina de sebo y bis amina de sebo, o fenol-alfa-naftilamina o Tinuvin®765 (Ciba), BLS®1944 (Mayzo Inc) y BLS® 1770 (Mayzo Inc). Para los fines de esta invención, el compuesto a base de amina también puede ser una alquildifenilamina tal como bis(nonilfenilamina), dialquilamina tal como (N-(1-metiletil)-2-propilamina, o uno o más de fenil-alfa-naftil amina (PANA, por sus siglas en inglés), alquil-fenil-alfa-naftil-amina (APANA, por sus siglas en inglés) y bis(nonilfenil) amina. Preferiblemente, el compuesto a base de amina es uno o más de fenil-alfa-naftil amina (PANA), alquil-fenil-alfa-naftil-amina (APANA) y bis(nonilfenil) amina, y más preferiblemente fenil-alfa-naftil amina (PANA).

10 Alternativamente, o además de los compuestos de nitrógeno identificados anteriormente, se pueden usar uno o más compuestos seleccionados de dinitrobenceno, nitrobenceno, nitrometano, nitrosobenceno y TEMPO [(2,2,6,6-tetrametilpiperidin-1-il)oxilo] como el estabilizador.

15 Los compuestos de nitrógeno se pueden proporcionar en la composición de transferencia de calor en una cantidad de más de 0, y del 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso, preferiblemente del 0,001% en peso a aproximadamente el 2,5% en peso, y más preferiblemente del 0,01% a aproximadamente el 1% en peso. En cada caso, el porcentaje en peso se refiere al peso de la composición de transferencia de calor.

Epóxidos útiles incluyen epóxidos aromáticos, epóxidos de alquilo y epóxidos de alquienilo.

20 Los compuestos a base de dienos se proporcionan preferiblemente en combinación con un compuesto de fósforo. Preferiblemente, la composición de transferencia de calor comprende un refrigerante como se establece anteriormente y una composición de estabilizador que comprende farneseno y un compuesto de fósforo seleccionado de un fosfito de diarilo, un fosfito de dialquilo, un fosfato de triarilo o un fosfato de trialquilo, más preferiblemente fosfito de difenilo y/o fosfato de tri-n-butilo. Más preferiblemente, la composición de transferencia de calor comprende un refrigerante como se describe en la presente invención y una composición de estabilizador que comprende farneseno y uno o más de un fosfito de diarilo o un fosfito de dialquilo, más preferiblemente fosfito de difenilo. Preferiblemente, el estabilizador comprende farneseno y fosfito de difenilo.

25 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente el Refrigerante 1 y una composición de estabilizador que comprende BHT, en donde dicho BHT está presente en una cantidad de desde aproximadamente el 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor. El BHT presente en una cantidad de desde aproximadamente el 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor a veces se denomina por conveniencia como Estabilizador 1.

30 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 2 y Estabilizador 1.

35 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 3 y Estabilizador 1.

La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 4 y Estabilizador 1.

40 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 5 y Estabilizador 1.

La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 6 y estabilizador 1.

La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 7 y Estabilizador 1.

45 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 8 y Estabilizador 1.

La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 9 y Estabilizador 1.

50 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 10 y Estabilizador 1.

La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 11 y Estabilizador 1.

- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 12 y Estabilizador 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 13 y Estabilizador 1.
- 5 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 14 y Estabilizador 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 15 y Estabilizador 1.
- 10 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 16 y Estabilizador 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 17 y Estabilizador 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 18 y Estabilizador 1.
- 15 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 19 y Estabilizador 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 20 y Estabilizador 1.
- 20 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 21 y Estabilizador 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 22 y Estabilizador 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 23 y Estabilizador 1.
- 25 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NF - 23NF y Estabilizador 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150 y Estabilizador 1.
- 30 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Estabilizador 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5 y Estabilizador 1.
- 35 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 1 y una composición de estabilizador que comprende farneseno, fosfito de difenilo y BHT, en donde el farneseno se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor, el fosfito de difenilo se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor, y el BHT se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor.
- 40 Una composición de estabilizador que comprende farneseno, fosfito de difenilo y BHT, en donde el farneseno se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor, el fosfito de difenilo se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor, y el BHT se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor.
- 45 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor a veces se denomina por conveniencia como Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 2 y Estabilizador 2.
- 50 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 3 y Estabilizador 2.

- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 4 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 5 y Estabilizador 2.
- 5 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 6 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 7 y Estabilizador 2.
- 10 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 8 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 9 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 10 y Estabilizador 2.
- 15 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 11 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 12 y Estabilizador 2.
- 20 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 13 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 14 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 15 y Estabilizador 2.
- 25 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 16 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 17 y Estabilizador 2.
- 30 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 18 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 19 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 20 y Estabilizador 2.
- 35 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 21 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 22 y Estabilizador 2.
- 40 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 23 y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NF - 23NF y Estabilizador 2.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150 y Estabilizador 2.
- 45 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Estabilizador 2.

La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5 y Estabilizador 2.

5 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender más preferiblemente uno cualquiera de los refrigerantes de la invención como se describen en la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, y una composición de estabilizador que comprende farneseno, fosfito de difenilo y BHT, en donde el farneseno se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,001% en peso a aproximadamente el 2,5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor, el fosfito de difenilo se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,001% en peso a aproximadamente el 2,5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor, y el BHT se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,001% en peso a aproximadamente el 2,5% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor.

15 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender lo más preferiblemente uno cualquiera de los refrigerantes de la invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 2GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, y una composición de estabilizador que comprende farneseno, fosfito de difenilo y BHT, en donde el farneseno se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,01% en peso a aproximadamente el 1% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor, el fosfito de difenilo se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,01% en peso a aproximadamente el 1% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor, y el BHT se proporciona en una cantidad de desde aproximadamente el 0,01% en peso a aproximadamente el 1% en peso basado en el peso de la composición de transferencia de calor.

#### Lubricantes

25 Cada una de las composiciones de transferencia de calor de la invención como se definen anteriormente pueden comprender adicionalmente un lubricante. En general, la composición de transferencia de calor comprende un lubricante, en cantidades de desde aproximadamente el 5 al 50% en peso de la composición de transferencia de calor, preferiblemente de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 50% en peso de la composición de transferencia de calor, preferiblemente de aproximadamente el 20 a aproximadamente el 50% en peso de la composición de transferencia de calor, alternativamente de aproximadamente el 20 a aproximadamente el 40% en peso de la composición de transferencia de calor, alternativamente de aproximadamente el 20 a aproximadamente el 30% en peso de la composición de transferencia de calor, alternativamente de aproximadamente el 30 a aproximadamente el 50% en peso de la composición de transferencia de calor, alternativamente de aproximadamente el 30 a aproximadamente el 40% en peso de la composición de transferencia de calor. La composición de transferencia de calor puede comprender un lubricante, en cantidades de desde aproximadamente el 5 a aproximadamente el 10% en peso de la composición de transferencia de calor, preferiblemente alrededor de aproximadamente el 8% en peso de la composición de transferencia de calor.

40 Lubricantes refrigerantes de uso común, tales como ésteres de poliol (POE, por sus siglas en inglés), polialquilenglicoles (PAG, por sus siglas en inglés), aceites de silicona, aceite mineral, alquilbencenos (AB, por sus siglas en inglés), éteres de polivinilo (PVE, por sus siglas en inglés) y poli(alfa-olefina) (PAO, por sus siglas en inglés) que se usan en los sistemas de refrigeración se pueden usar con las composiciones refrigerantes de la presente invención.

45 Preferiblemente, los lubricantes se seleccionan de ésteres de poliol (POE), polialquilenglicoles (PAG), aceite mineral, alquilbencenos (AB) y éteres de polivinilo (PVE), más preferiblemente de ésteres de poliol (POE), aceite mineral, alquilbencenos (AB) y éteres de polivinilo (PVE), particularmente de ésteres de poliol (POE), aceite mineral y alquilbencenos (AB), lo más preferiblemente de ésteres de poliol (POE).

Aceites minerales comercialmente disponibles incluyen Witco LP 250 (marca registrada) de Witco, Suniso 3GS de Witco, y Calumet R015 de Calumet. Lubricantes de alquilbenceno comercialmente disponibles incluyen Zerol 150 (marca registrada) y Zerol 300 (marca registrada) de Shrieve Chemical. Otros ésteres útiles incluyen ésteres de fosfato, ésteres de ácido dibásico y ésteres fluorados.

50 La composición de transferencia de calor de la invención puede consistir esencialmente o consiste en un refrigerante, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, una composición de estabilizador y un lubricante como se describe en la presente invención.

55 Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 1 y del 10 al 50% en peso de un lubricante de éster de poliol (POE), basado en el peso de la composición de transferencia de calor. El lubricante de éster de poliol (POE) del 10 al 50% en peso de la composición de transferencia de calor a veces se denomina por conveniencia como Lubricante 1.

Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 2 y Lubricante 1.

- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 3 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 4 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 5 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 6 y Lubricante 1.
- 5 Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 7 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 8 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 9 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 10 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 11 y Lubricante 1.
- 10 Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 12 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 13 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 14 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 15 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 16 y Lubricante 1.
- 15 Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 17 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 18 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 19 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 20 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 21 y Lubricante 1.
- 20 Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 22 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende Refrigerante 23 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende cualquiera de Refrigerantes 1NF - 23NF y Lubricante 1.
- 25 Una composición de transferencia de calor preferida comprende cualquiera de Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende cualquiera de Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Lubricante 1.
- Una composición de transferencia de calor preferida comprende cualquiera de Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5 y Lubricante 1.
- 30 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 1, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 2, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- 35 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 3, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 4, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 5, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- 40 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 6, Estabilizador 1, y Lubricante 1.

## ES 2 908 787 T3

- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 7, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 8, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- 5 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 9, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 10, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- 10 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 11, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 12, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 13, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- 15 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 14, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 15, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- 20 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 16, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 17, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 18, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- 25 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 19, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 20, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- 30 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 21, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 22, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 23, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- 35 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NF - 23NF, Estabilizador 1 y Lubricante 1..
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- 40 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 1, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- 45 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 2, Estabilizador 2, y Lubricante 1.

## ES 2 908 787 T3

- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 3, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 4, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- 5 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 5, Estabilizador 1, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 6, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- 10 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 7, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 8, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 9, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- 15 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 10, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 11, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- 20 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 12, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 13, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 14, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- 25 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 15, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 16, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- 30 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 17, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 18, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 19, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- 35 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 20, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 21, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- 40 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 22, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente Refrigerante 23, Estabilizador 2, y Lubricante 1.
- La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NF - 23NF, Estabilizador 2 y Lubricante 1.
- 45 La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Estabilizador 2, y Lubricante 1.

La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5, Estabilizador 2, y Lubricante 1.

La composición de transferencia de calor de la invención puede comprender preferiblemente cualquiera de Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, Estabilizador 2, y Lubricante 1.

- 5 Los expertos en la técnica también pueden incluir otros aditivos no mencionados en la presente invención en vista de las enseñanzas contenidas en la presente invención sin apartarse de las características novedosas y básicas de la presente invención.

10 También se pueden añadir combinaciones de agentes solubilizantes y tensioactivos a las presentes composiciones para ayudar a la solubilidad en aceite como se describe en el Documento de Patente de los EE.UU. de Número 6,516,837.

15 Además, los refrigerantes según la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, y la composición de transferencia de calor que contiene dichos refrigerantes, muestran una toxicidad aceptable y preferiblemente tienen un Límite de Exposición Ocupacional (OEL) de más de aproximadamente 400.

Sistemas de transferencia de calor, usos y métodos

El refrigerante (y la composición de transferencia de calor que contiene el refrigerante) de la invención se puede usar en aplicaciones de calefacción y refrigeración.

20 Las composiciones descritas en la presente invención se proporcionan para su uso en aplicaciones de transferencia de calor, incluidas refrigeración de temperatura baja, refrigeración a temperatura media, máquinas expendedoras, bombas de calor (incluidos calentadores de agua con bomba de calor), deshumidificadores, enfriadores y refrigeradores y congeladores.

Las composiciones de la invención se pueden emplear en sistemas que se usan o son adecuados para su uso con el refrigerante R-134A, tales como sistemas de transferencia de calor existentes o nuevos.

25 Cualquier referencia a la composición de transferencia de calor de la invención se refiere a todas y cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención. Por lo tanto, para la siguiente discusión de los usos o aplicaciones de las composiciones de transferencia de calor de la invención, la composición de transferencia de calor puede comprender o consistir esencialmente en cualquiera de los refrigerantes descritos en la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, en combinación con cualquiera de los estabilizadores descritos en la presente invención, incluidos el Estabilizador 1 y el Estabilizador 2, y cualquiera de los lubricantes mencionados en la presente invención, incluido el Lubricante 1.

35 Para los fines de esta invención, todas y cada una de las composiciones de transferencia de calor que se describen en la presente invención se pueden usar en un sistema de transferencia de calor, como un sistema de refrigeración de temperatura baja, un sistema de refrigeración de temperatura media, una máquina expendedora, una bomba de calor (incluido un calentador de agua con bomba de calor), deshumidificadores, un enfriador y un refrigerador y/o congelador. El sistema de transferencia de calor según la presente invención puede comprender un compresor, un evaporador, un condensador y un dispositivo de expansión, en comunicación entre sí.

40 Ejemplos de compresores usados comúnmente, para los propósitos de esta invención, incluyen compresores alternativos, rotativos (incluidos los de pistón rodante y los de paletas rotativas), de espiral, de tornillo y centrífugos. Por lo tanto, la presente invención proporciona todos y cada uno de los refrigerantes y/o composiciones de transferencia de calor como se describen en la presente invención para su uso en un sistema de transferencia de calor que comprende un compresor alternativo, rotativo (incluidos los de pistón rodante y los de paletas rotativas), de espiral, de tornillo o centrífugo.

45 Ejemplos de dispositivos de expansión usados comúnmente, para los fines de esta invención, incluyen un tubo capilar, un orificio fijo, una válvula de expansión térmica y una válvula de expansión electrónica. Por lo tanto, la presente invención proporciona todos y cada uno de los refrigerantes y/o composiciones de transferencia de calor que se describen en la presente invención para su uso en un sistema de transferencia de calor que comprende un tubo capilar, un orificio fijo, una válvula de expansión térmica o una válvula de expansión electrónica.

50 Para los propósitos de esta invención, el evaporador y el condensador juntos forman un intercambiador de calor, preferiblemente seleccionado de un intercambiador de calor de tubos con aletas, un intercambiador de calor de microcanales, un intercambiador de calor de carcasa y tubos, un intercambiador de calor de placas y un intercambiador de calor de tubo en tubo. Por lo tanto, la presente invención proporciona todos y cada uno de los refrigerantes y/o composiciones de transferencia de calor que se describen en la presente invención para su uso en un sistema de

55

transferencia de calor en donde el evaporador y el condensador juntos forman un intercambiador de calor de tubo con aletas, un intercambiador de calor de microcanales, un intercambiador de carcasa y tubos, un intercambiador de calor de placas y un intercambiador de calor de tubo en tubo.

5 La presente invención también proporciona sistemas y métodos de transferencia de calor que usan materiales secuestrantes para ayudar a reducir el impacto negativo que el deterioro del refrigerante y/o del lubricante pueda tener en el funcionamiento del sistema. Con respecto a los materiales secuestrantes, los sistemas de la presente invención incluyen preferiblemente un material secuestrante en contacto con al menos una porción de un refrigerante según la presente invención en donde la temperatura del material secuestrante y/o la temperatura del refrigerante cuando en dicho contacto están a una temperatura que es preferiblemente al menos aproximadamente 10°C.

10 Para los fines de los sistemas y métodos de la invención como se describen en esta solicitud, el término "aproximadamente" en relación con las temperaturas significa que la temperatura indicada puede variar en una cantidad de +/- 5°C. Se entenderá que para las temperaturas descritas como "aproximadamente" de un valor indicado, la presente invención incluye realizaciones en las que la temperatura es la temperatura indicada +/- 2°C, y más preferiblemente +/- 1°C, lo más preferiblemente +/- 0,5°C.

15 Cualquiera y todos los refrigerantes, y cualquiera y todos los materiales secuestrantes como se describen en la presente invención se pueden usar en los sistemas de la presente invención. En realizaciones preferidas, los sistemas de la presente invención incluyen un material secuestrante en contacto con al menos una porción de un refrigerante según la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 20 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5. Preferiblemente, el material secuestrante comprende: (a) una resina de intercambio aniónico, (b) adsorbentes de alúmina activada, (c) un tamiz molecular para eliminar la humedad, (d) un tamiz molecular (preferiblemente una zeolita) que comprende cobre, plata, plomo o una combinación de los mismos, y (e) una combinación de los materiales anteriores.

25 Ejemplos de resinas de intercambio de aniones que están comercialmente disponibles y son útiles según la presente invención incluyen Amberlyst A21, Amberlyst A22 y Dowex Marathon.

Ejemplos de alúmina activada que están comercialmente disponibles y son útiles según la presente invención incluyen F200 vendido por BASF y CLR-204 vendido por Honeywell.

30 Ejemplos de tamices moleculares para eliminar la humedad que están comercialmente disponibles y son útiles según la presente invención incluyen tamices moleculares de aluminosilicato de sodio que tienen tipos de tamaño de poro 3A, 4A, 5A y 13X.

Un ejemplo de tamiz molecular de zeolita que está disponible comercialmente es IONSIV D7310-C con sitios activados que se usan para eliminar productos de descomposición específicos.

35 Tal como se usa en relación con el material secuestrante, el término "en contacto con al menos una parte" pretende, en su sentido amplio, incluir cada uno de los materiales secuestrantes y cualquier combinación de materiales secuestrantes que estén en contacto con el mismo o porciones separadas del refrigerante en el sistema y pretende incluir, pero no necesariamente estar limitado a las realizaciones en las que cada tipo o material secuestrante específico: (i) se encuentra físicamente junto con otro tipo o material específico, si está presente; (ii) se encuentra físicamente separado de otro tipo o material específico, si está presente, y (iii) en combinaciones en las que dos o más 40 materiales están físicamente juntos y al menos un material secuestrante está físicamente separado del al menos otro material secuestrante.

45 La cantidad en la que la resina de intercambio aniónico está presente preferiblemente en el sistema es una cantidad de desde aproximadamente el 5% a aproximadamente el 60% en peso basado en el total de la cantidad de lubricante y de la resina de intercambio aniónico presente en el sistema. Preferiblemente, la resina de intercambio aniónico está presente en una cantidad de desde aproximadamente el 20% a aproximadamente el 50% en peso y lo más preferiblemente en una cantidad de desde aproximadamente el 20% al 30% en peso basado en el total de la cantidad de lubricante y de resina de intercambio aniónico presente en el sistema.

La cantidad de resina de intercambio aniónico descrita en la presente invención se refiere al peso seco de la resina de intercambio aniónico.

50 La cantidad de tamiz molecular de zeolita que está preferiblemente presente en el sistema es de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 30% en peso basado en el total de la cantidad de lubricante y de tamiz molecular de zeolita presente en el sistema. Preferiblemente, el tamiz molecular de zeolita está presente preferiblemente en una cantidad de desde aproximadamente el 10% a aproximadamente el 30% en peso basado en el total de la cantidad de lubricante y tamiz molecular de zeolita presente en el sistema.

55 El tamiz molecular que elimina la humedad (por ejemplo, sodio) es aproximadamente el 60% en peso en relación con la cantidad de lubricante presente y de material que elimina la humedad en el sistema. Preferiblemente, el tamiz

molecular puede estar presente en una cantidad del 30% al 45% en peso basado en la cantidad total de lubricante y tamiz molecular que elimina la humedad presente en el sistema.

La cantidad de alúmina activada que está preferiblemente presente en el sistema es de aproximadamente el 5% a aproximadamente el 60% en peso basado en el total de la cantidad de lubricante y de alúmina activada presente en el sistema.

### Sistema de refrigeración en cascada

La presente invención proporciona sistemas, usos y métodos de transferencia de calor que incluyen sistemas de refrigeración en cascada, con dichos sistemas conteniendo cualquiera de los refrigerantes descritos en la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, y cualquier composición de transferencia de calor como se describe en la presente invención. Cualquiera de los equipos descritos en la presente invención generalmente con respecto a su uso en sistemas de transferencia de calor es adaptable para su uso en cualquiera de los sistemas en cascada como se describen en la presente invención.

Un sistema en cascada normalmente tiene al menos dos etapas, que generalmente se denominan "etapa alta" y "etapa baja". En la Figura 4 de este documento se proporciona un diagrama de flujo generalizado para un sistema de transferencia de calor en cascada. Las composiciones de transferencia de calor de la invención se proporcionan particularmente para la etapa alta del sistema en cascada. En un sistema en cascada, el ciclo de etapa alta generalmente tiene un condensador de aire a refrigerante y un evaporador de refrigerante a refrigerante. La etapa alta normalmente tiene un compresor de desplazamiento positivo que puede ser un compresor alternativo o rotatorio y una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante de la etapa alta está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente -10 a aproximadamente 20°C. La temperatura de condensación de la etapa alta está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 40 a aproximadamente 70°C.

La etapa baja del sistema en cascada preferido (identificada como Inter. HX en la Figura 4) generalmente tiene un condensador de refrigerante a refrigerante y un evaporador de refrigerante a aire para enfriar el producto. La etapa baja normalmente tiene un compresor de desplazamiento positivo que puede ser un compresor alternativo o rotatorio y una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante de la etapa baja está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente -40 a aproximadamente -10°C. La temperatura de condensación de la etapa baja está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 0 a aproximadamente 30°C. El refrigerante de etapa baja puede ser, por ejemplo, dióxido de carbono.

Por lo tanto, la presente invención incluye sistemas y métodos en cascada en los que cualquiera de los refrigerantes descritos en la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se usa como reemplazo o como un reacondicionamiento para el R-134a en el sistema de refrigeración en cascada.

Con el propósito de ilustrar, en la Figura 1A y en la Figura 1B de la presente invención se ilustran dos sistemas en cascada de configuración conocida, y cada sistema en cascada de este tipo, y todas las variaciones conocidas de tales sistemas, se mejoran mediante el uso de uno cualquiera de los refrigerantes de la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, y cualquiera de las composiciones de transferencia de calor que incluyen uno cualquiera de tales refrigerantes. Con fines ilustrativos, dichos sistemas en cascada se denominan en la presente invención Sistema en Cascada 1A y Sistema en Cascada 1B, respectivamente, y cada uno se describe en detalle a continuación.

#### Sistema en Cascada 1A

En la Figura 1A de este documento se ilustra un ejemplo de un sistema en cascada de tipo general que ha usado R-134a como el sistema 100, que es un sistema de refrigeración del tipo comúnmente usado para refrigeración comercial en supermercados. El sistema 100 es un sistema de expansión directa que proporciona refrigeración a temperatura media y baja a través del circuito de refrigeración de temperatura media 110 y del circuito de refrigeración de temperatura baja 120. La refrigeración de temperatura media se proporciona normalmente a un nivel de temperatura de evaporación de aproximadamente -10°C.

El nivel y el tipo de refrigeración en cascada descritos en la presente invención en relación con el sistema en cascada 1A se usa comúnmente para productos como lácteos, charcutería y alimentos frescos. El nivel de temperatura individual para los diferentes productos se ajusta en función de los requisitos del producto. La refrigeración de temperatura baja normalmente se proporciona a un nivel de temperatura de evaporación de aproximadamente -25°C. Este nivel de refrigeración se usa comúnmente para productos tales como helados y productos congelados. De nuevo, el nivel de temperatura individual para los diferentes productos se ajusta en función de los requisitos del producto. En realizaciones preferidas, las temperaturas de evaporación del sistema de baja son -25°C, +/- 3°C o +/- 2°C. En tales sistemas, un circuito de refrigeración de temperatura media 110 tiene o estaría diseñado para tener, o sería útil con el

R134a como su refrigerante, y según las realizaciones preferidas de la presente invención, cualquiera de los refrigerantes y/o composiciones de transferencia de calor se usan en tal sistema en lugar del, un reemplazo, o como un reacondicionamiento para el R-134a. Tal sistema de refrigeración en cascada del tipo general ilustrado en la Figura 1A se menciona en la presente invención por conveniencia como sistema en cascada 1A.

5 En el Sistema en Cascada 1A, el circuito de refrigeración de temperatura media 110 proporciona preferiblemente tanto el enfriamiento de temperatura media como elimina el calor rechazado del circuito de refrigeración de temperatura más baja 120 a través de un intercambiador de calor 130. El circuito de refrigeración de temperatura media 110 se extiende entre, por ejemplo, una cubierta 140, una sala de máquinas 141 y un piso de ventas 142. El circuito de refrigeración de temperatura baja 120 por otro lado tiene un refrigerante alternativo, por ejemplo el R744, como su refrigerante. El circuito de refrigeración de temperatura baja 120 se extiende entre la sala de máquinas 141 y el piso de ventas 142. De manera útil, como se discutió anteriormente, el R744 tiene un GWP bajo.

10 Dado que los sistemas anteriores según el Sistema en Cascada 1A se han diseñado para usar y se han usado con el R134a como segundo refrigerante (es decir, en el circuito de temperatura media), la presente invención incluye el uso de cualquiera de los refrigerantes descritos en la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, como segundo refrigerante.

#### Sistema en cascada 1B

20 La Figura 1B muestra un ejemplo de un sistema de refrigeración en cascada 100 que comprende un circuito de refrigeración de temperatura media 110 y un circuito de refrigeración de temperatura baja 120. En la medida en que los sistemas del tipo descrito en el Sistema en Cascada 1A tengan elementos y características en común con el Sistema en Cascada 1B, la descripción de esos elementos o características en relación con el Sistema en Cascada 1A se aplica al Sistema en Cascada 1B.

25 El circuito de refrigeración de temperatura baja 120, como se ilustra en la Figura 1B, tiene un compresor 121, una interfaz con un intercambiador de calor 130 para rechazar el calor a las condiciones ambientales, una válvula de expansión 122 y un evaporador 123. El circuito de refrigeración de temperatura baja 120 interactúa con el circuito de refrigeración de temperatura media 110 a través del intercambiador de calor entre circuitos 150, que sirve para rechazar el calor del refrigerante de temperatura baja al refrigerante de temperatura media, que puede ser cualquier refrigerante según la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5 y, por lo tanto, producir un líquido refrigerante subenfriado en el ciclo del refrigerante de temperatura baja. El evaporador 123 está interconectado con un espacio para ser enfriado, tal como el interior de un compartimiento congelador. Los componentes del circuito de refrigeración de temperatura baja están conectados en el siguiente orden: evaporador 123, compresor 121, intercambiador de calor 130, intercambiador de calor entre circuitos 150 y válvula de expansión 122. Los componentes están conectados entre sí a través de tuberías 124 llenas de refrigerante de temperatura baja.

35 Dado que los sistemas anteriores según el Sistema en Cascada 1B se han diseñado para su uso con y usar con el R134a como segundo refrigerante (es decir, en el circuito de temperatura media), la presente invención incluye el uso de cualquiera de los refrigerantes descritos en la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, como el segundo refrigerante.

40 El funcionamiento de cada uno de los Sistemas en Cascada 1A y 1B se describirá con más detalle, especialmente con respecto a las características y elementos que se aplican a cada sistema, y en este sentido, las características y elementos que son similares en cada sistema están etiquetados en cada figura con el mismo numeral. El sistema 100 puede en realizaciones preferidas abarcar múltiples zonas, por ejemplo, las siguientes tres zonas de un edificio: una cubierta donde se ubican los condensadores 113 y 130; una sala de máquinas donde se ubican los compresores 111, 112, el intercambiador de calor 150, el tanque receptor 114 y el dispositivo de expansión 118; y un piso de ventas 142 donde se ubican la vitrina de LT (por sus siglas en inglés), la vitrina MT (por sus siglas en inglés) y cada uno de sus dispositivos de expansión.

45 El circuito de refrigeración de temperatura baja 120 y el circuito de refrigeración de temperatura media se extienden así cada uno entre el piso de ventas, la sala de máquinas y la cubierta. En su uso, el circuito de temperatura media 110 proporciona refrigeración a temperatura media a los espacios a enfriar a través del evaporador 119 y el circuito de temperatura baja 120 proporciona refrigeración a temperatura baja a los espacios a enfriar a través del evaporador 123. El circuito de temperatura media 110 también extrae calor del líquido condensado procedente del condensador de temperatura baja 120, proporcionando así subenfriamiento al líquido que entra al evaporador 123.

50 A continuación, se describirá la funcionalidad individual y global de los diversos componentes del circuito de refrigeración de temperatura media 110. Comenzando con el intercambiador de calor 150, como se describió

anteriormente, el refrigerante de temperatura media absorbe calor del refrigerante de temperatura baja a través del intercambiador de calor 150. Esta absorción de calor hace que el refrigerante en el circuito de temperatura media 150, que es un gas de temperatura baja y/o una mezcla de gas y líquido al entrar en el intercambiador de calor 150, pase de líquido a fase gas y/o aumente la temperatura del gas en el caso de que se produzca un sobrecalentamiento. Al salir del intercambiador de calor 150, el refrigerante gaseoso es succionado al compresor 111 (junto con el refrigerante procedente del evaporador 119) y se comprime por el compresor 111 a un gas de alta temperatura y alta presión. Este gas se libera en las tuberías 115 y viaja al condensador 113 que, en este ejemplo, se dispone en una cubierta de un edificio. En el condensador 113, el refrigerante gaseoso de temperatura media libera calor al aire del ambiente exterior y así se enfría y se condensa en un líquido. Después del condensador 113, el refrigerante líquido se acumula en un receptor de fluido 114. En este ejemplo, el receptor de fluido 114 es un tanque. Al salir del receptor de fluido 114, el refrigerante líquido se canaliza al ramal de temperatura media 116 conectado en paralelo y al ramal de enfriamiento de subenfriamiento 117. En el ramal de temperatura media 116, el refrigerante líquido fluye hacia la válvula de expansión 112 que se usa para reducir la presión y, por lo tanto, la temperatura del refrigerante líquido. El refrigerante líquido relativamente frío entra luego en el intercambiador de calor 119 donde absorbe calor del espacio a enfriar que está conectado con el evaporador 119f. En el ramal de subenfriamiento 117, el refrigerante líquido fluye primero de manera similar a una válvula de expansión 118 donde se reducen la presión y la temperatura del refrigerante. Después de la válvula 118, el refrigerante fluye hacia el intercambiador de calor entre circuitos 150, como se describe anteriormente. De allí, el refrigerante gaseoso procedente del intercambiador de calor se aspira por el compresor 111 hacia el compresor 111 donde se reincorpora al refrigerante procedente del ramal de refrigeración de temperatura media 116.

Aunque no se mencionó anteriormente, quedará claro que para funcionar según lo previsto, la temperatura del refrigerante en el circuito de temperatura media 110 cuando entra al intercambiador de calor 150 debe ser menor que la temperatura del refrigerante en el circuito de temperatura baja 120 cuando entra al intercambiador de calor 150. Si este no fuera el caso, el circuito de temperatura media 110 no proporcionaría el subenfriamiento deseado al refrigerante de temperatura baja en el circuito 120.

#### Sistemas en cascada 2 y 3

Además del uso de los presentes refrigerantes como sustitutos para el R-134a en los sistemas de R-134a conocidos, los solicitantes han desarrollado sistemas de refrigeración en cascada de la invención y cada uno de los refrigerantes descritos en la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, que se puede usar en estos sistemas de la invención, y en particular como el refrigerante en el circuito de la etapa de temperatura más alta. Estas dos realizaciones se ilustran en las Figuras 2 y 3 del presente documento y se explican en detalle a continuación.

El sistema en cascada según realizaciones preferidas comprende preferiblemente: una o más primeras unidades de refrigeración, cada unidad de refrigeración contiene un primer circuito de refrigeración, cada primer circuito de refrigeración comprende un evaporador y un intercambiador de calor; y un segundo circuito de refrigeración; en donde cada intercambiador de calor se dispone para transferir energía térmica entre su respectivo primer circuito de refrigeración y el segundo circuito de refrigeración. El segundo circuito puede estar ubicado sustancial y completamente fuera de dicha pluralidad de primeras unidades de refrigeración. Como se usa en la presente invención, el término "sustancial y completamente fuera de dicha pluralidad de primeras unidades de refrigeración" significa que los componentes del segundo circuito de refrigeración no están dentro de dichas primeras unidades de refrigeración, excepto las tuberías de transporte y similares que se pueden considerar parte del segundo circuito de refrigeración que pueden pasar a las primeras unidades de refrigeración para proporcionar el intercambio de calor entre el refrigerante del primer y del segundo circuito de refrigeración. Como se usa en la presente invención, el término "primera unidad de refrigeración" significa una estructura al menos parcialmente cerrada o que se puede cerrar que es capaz de proporcionar enfriamiento dentro de al menos una parte de esa estructura y que es estructuralmente distinta de cualquier estructura que encierre o contenga dicho segundo circuito de refrigeración en su totalidad. Según y en consonancia con tales significados, los primeros circuitos de refrigeración de la presente invención se denominan a veces en la presente invención como "autocontenidos" cuando están contenidos dentro de tales primeras unidades de refrigeración, según los significados descritos en la presente invención.

Cada unidad de refrigeración se puede disponer dentro de una primera zona. La primera zona puede ser un piso de tienda. Esto significa que cada primer circuito de refrigeración también puede estar ubicado dentro de una primera zona, tal como un piso de tienda.

Cada unidad de refrigeración puede comprender un espacio y/u objetos contenidos dentro de un espacio a enfriar, y preferiblemente ese espacio está dentro de la unidad de refrigeración. Cada evaporador se puede disponer para enfriar sus respectivos espacio/objetos, preferiblemente enfriando el aire dentro del espacio a enfriar.

Como se mencionó anteriormente, el segundo circuito de refrigeración puede tener componentes del mismo que se extienden entre la primera unidad de refrigeración y una segunda zona. La segunda zona puede ser, por ejemplo, una sala de máquinas que albergue una parte sustancial de los componentes del segundo circuito de refrigeración.

El segundo circuito de refrigeración se puede extender a una segunda y a una tercera zona. La tercera zona puede ser una zona fuera del edificio o de los edificios en los que se ubican las primeras unidades de refrigeración y la(s) segunda(s) zona(s). Esto permite aprovechar la refrigeración ambiental.

5 Cada primer circuito de refrigeración puede comprender al menos un dispositivo de expansión de fluido. El al menos un dispositivo de expansión de fluido puede ser un tubo capilar o un tubo de orificio. Esto es posible gracias a las condiciones impuestas a cada primer circuito de refrigeración por su respectiva unidad de refrigeración que son relativamente constantes. Esto significa que los dispositivos de control de flujo más simples, tales como tubos capilares y de orificios, se pueden usar y preferiblemente se usan con ventaja en los primeros circuitos de refrigeración.

10 La temperatura media de cada uno de los primeros circuitos de refrigeración puede ser inferior a la temperatura media del segundo circuito de refrigeración. Esto se debe a que el segundo circuito de refrigeración se puede usar para proporcionar refrigeración, es decir, para eliminar el calor de los primeros circuitos de refrigeración; y cada primer circuito de refrigeración puede enfriar un espacio a enfriar en su respectiva unidad de refrigeración.

El segundo circuito de refrigeración puede enfriar, es decir, extraer calor de cada uno de los primeros circuitos de refrigeración.

15 Cada intercambiador de calor se puede disponer para transferir energía térmica entre su respectivo primer circuito de refrigeración y el segundo circuito de refrigeración en una ubicación del respectivo interfaz de circuitos.

20 Cada una de las ubicaciones de la interfaz entre circuitos se puede acoplar en una combinación serie-paralelo con cada una de las ubicaciones de la interfaz entre circuitos. De manera útil, esto significa que si una de las ubicaciones de la interfaz entre circuitos, los primeros circuitos de refrigeración o las primeras unidades de refrigeración tiene una falla o se detecta un bloqueo, la ubicación, el circuito o la unidad en falla se pueden aislar y/o puentear por el segundo circuito de refrigeración para que las fallas no se propaguen a través del sistema.

Cada una de las ubicaciones de la interfaz entre circuitos se puede acoplar en serie con al menos otra ubicación de interfaz de circuitos.

25 Cada una de las ubicaciones de la interfaz entre circuitos se puede acoplar en serie con cada una de las ubicaciones de interfaz de circuitos.

Cada una de las ubicaciones de la interfaz de circuitos se puede acoplar en paralelo con al menos otra ubicación de interfaz de circuitos.

Cada una de las ubicaciones de la interfaz de circuitos se puede acoplar en paralelo con cada una de las ubicaciones de interfaz de circuitos.

30 En cada realización preferida descrita en la presente invención, el segundo refrigerante es cualquier refrigerante, incluido como el que se describe en la presente invención y/o cualquier composición de transferencia de calor como la que se describe en la presente invención, en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5. Dado que los refrigerantes preferidos de la presente invención son tanto de GWP bajo como no inflamables, el uso de los mismos en tales sistemas es muy ventajoso, ya que el segundo circuito refrigerante puede abarcar numerosas zonas y, por lo tanto, tener un refrigerante no inflamable es importante para reducir la gravedad de potenciales fugas.

El segundo circuito de refrigeración puede comprender un segundo evaporador. El segundo evaporador se puede acoplar en paralelo con las ubicaciones de la interfaz de circuitos.

40 El primer refrigerante, que se usa en los primeros circuitos refrigerantes, puede comprender cualquiera de R744, hidrocarburos, R1234yf, R1234ze(E), R455A y combinaciones de estos. Los hidrocarburos pueden comprender cualquiera de R290, R600a o R1270. Estos refrigerantes son de GWP bajo.

El primer refrigerante puede ser uno de R744, hidrocarburos, R1234yf, R1234ze(E), R455A y combinaciones de estos.

45 El sistema, como se ilustra en cada una de las Figuras 2 y 3, tiene varias unidades de refrigeración y cada una de las unidades de refrigeración tiene al menos un circuito de refrigeración exclusivo dispuesto en su interior. Es decir, cada unidad de refrigeración contiene al menos un circuito de refrigeración.

El circuito de refrigeración contenido dentro de una unidad de refrigeración puede comprender al menos un intercambiador de calor que elimina el calor al refrigerante del circuito y un evaporador que añade calor al refrigerante.

50 El circuito de refrigeración contenido dentro de una unidad de refrigeración puede comprender un compresor, al menos un intercambiador de calor que elimina el calor del refrigerante en el circuito (preferiblemente eliminando el calor del vapor de refrigerante que sale del compresor) y un evaporador que añade calor al refrigerante (preferiblemente enfriando la zona de la unidad de refrigeración que se está enfriando). Aunque se contempla que el tamaño del compresor usado en el primer circuito de refrigeración, en general el compresor puede ser un compresor de pequeño

tamaño. Como se usa en la presente invención, el término "compresor de tamaño pequeño" significa que el compresor tiene una potencia nominal no más de aproximadamente 1 caballo de potencia. El tamaño del compresor puede ser de 0,1 caballos de potencia a aproximadamente 1 caballo de potencia. El tamaño del compresor puede ser de 0,1 caballos de potencia a aproximadamente 0,75 caballos de potencia. El tamaño del compresor puede ser de 0,1 caballos de potencia a aproximadamente 0,5 caballos de potencia.

Una unidad de refrigeración puede ser una entidad física integrada, es decir, una entidad que no está diseñada para ser desmontada en sus componentes. Una unidad de refrigeración puede ser una nevera o un congelador, por ejemplo.

Los circuitos de refrigeración provistos dentro de cada unidad de refrigeración se pueden enfriar por sí mismos mediante un circuito de refrigeración común al menos parcialmente externo a las unidades de refrigeración. En contraste con los circuitos de refrigeración exclusivos contenidos dentro de cada unidad de refrigeración, los circuitos de refrigeración comunes (a los que generalmente se hace referencia en la presente invención como segundo y tercer circuitos de refrigeración) pueden ser circuitos extendidos que se extienden entre múltiples zonas del edificio que alberga las unidades: tal como entre un piso de ventas (donde se disponen las unidades de refrigeración) y una sala de máquinas y/o una cubierta o una zona exterior. Cada unidad de refrigeración puede comprender al menos un compartimento para almacenar productos, tales como productos perecederos. Los compartimentos pueden definir un espacio para ser enfriado por un circuito de refrigeración contenido dentro de la unidad de refrigeración.

Uno cualquiera de los refrigerantes descritos en la presente invención, incluyendo en particular los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se puede usar como el refrigerante en los segundos circuitos de refrigeración en uno cualquiera de los sistemas de refrigeración en cascada descritos en la presente invención, que incluyen cada uno de los Sistemas en Cascada 2 y 3, como se describen en la presente invención.

#### Sistema en cascada 2

A continuación, se describe un sistema de refrigeración en cascada útil con los refrigerantes de la presente invención en relación con la Figura 2. Por motivos de conveniencia, tales sistemas de refrigeración en cascada se denominan en la presente invención como Sistema en Cascada 2, y de los refrigerantes como se describen en la presente invención, incluyendo en particular los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se pueden usar en cualquier Sistema en Cascada 2 como el refrigerante en el segundo circuito de refrigeración (es decir, en el circuito de refrigeración de temperatura media).

La Figura 2 muestra un sistema de refrigeración 200 que tiene, por ejemplo, tres primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c. Cada uno de los primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c tiene un evaporador 223, un compresor 221, un intercambiador de calor 230 y una válvula de expansión 222. En cada circuito 220a, 220b, 220c, el evaporador 223, el compresor 221, el intercambiador de calor 230 y la válvula de expansión 222 están conectados en serie entre sí en el orden indicado. Cada uno de los primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c está incluido dentro de una unidad de refrigeración respectiva separada (no mostrada). En este ejemplo, cada una de las tres unidades de refrigeración ilustradas es una unidad de congelación y la unidad de congelación alberga su respectivo primer circuito de refrigeración. De esta forma, cada unidad de unidad de refrigeración comprende un circuito de refrigeración autocontenido y exclusivo. Las unidades de refrigeración (no mostradas), y por lo tanto los primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c, se disponen en un piso de ventas 242 de un supermercado.

En este ejemplo, el refrigerante en cada uno de los primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c es un refrigerante de GWP bajo tal como R744, hidrocarburos (R290, R600a, R1270), R1234yf, R1234ze(E) o R455A. Como apreciará el experto en la técnica, los refrigerantes en cada uno de los primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c pueden ser iguales o diferentes a los refrigerantes entre sí de los primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c.

El sistema de refrigeración 200 también tiene un segundo circuito de refrigeración 210. El segundo circuito de refrigeración 210 tiene un compresor 211, un condensador 213 y un receptor de fluido 214. El compresor 211, el condensador 213 y el receptor de fluido 214 están conectados en serie y en el orden dado. El segundo circuito de refrigeración 210 también tiene cuatro ramales conectados en paralelo: tres ramales de refrigeración de temperatura media 217a, 217b, 217c; y un ramal de enfriamiento de temperatura baja 216. Los cuatro ramales conectados en paralelo 217a, 217b, 217c y 216 están conectados entre el receptor de fluido 214 y el compresor 211. Cada uno de los ramales de enfriamiento de temperatura media 217a, 217b, 217c tiene una válvula de expansión 218 y un evaporador 219, 219b y 219c, respectivamente. La válvula de expansión 218 y el evaporador 219 están conectados en serie y en el orden dado entre el receptor de fluido 214 y el condensador 211. El ramal de enfriamiento de temperatura baja 216 tiene una válvula de expansión 212 y una interfaz, en forma de tubería de entrada y salida, conductos, válvulas y similares (representados colectivamente como 260a, 260b y 260c, respectivamente) que llevan el segundo refrigerante hacia y desde cada uno de los intercambiadores de calor 230a, 230b, 230c de los primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c. El ramal de enfriamiento de temperatura baja 216 interactúa con cada uno

de los intercambiadores de calor 230a, 230b, 230c de los primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c en una ubicación del respectivo interfaz de circuito 231a, 231b, 231c.

Cada ubicación de interfaz de circuitos 231a, 231b, 231c se dispone en una combinación serie-paralelo entre sí con las ubicaciones de interfaz de circuitos 231a, 231b, 231c.

5 El circuito de refrigeración de temperatura media 210 tiene componentes que se extienden entre el piso de ventas 242, una sala de máquinas 241 y una cubierta 140. El ramal de refrigeración de temperatura baja 216 y los ramales de refrigeración de temperatura media 217a, 217b, 217c del circuito de refrigeración de temperatura media 210 se ubican en el piso de ventas 242. El compresor 211 y el receptor de fluido 214 se ubican en la sala de máquinas 241. El condensador 213 se ubica donde se pueda exponer fácilmente a las condiciones ambientales, tal como en la cubierta 240.

En uso:

- cada uno de los primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c absorbe calor a través de sus evaporadores 223 para proporcionar refrigeración de temperatura baja a un espacio a enfriar (no mostrado);
- 15 – el segundo circuito de refrigeración 210 absorbe calor de cada uno de los intercambiadores de calor 230a, 230b, 230c para enfriar los primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c;
- el segundo circuito de refrigeración 210 absorbe calor en cada uno de los evaporadores 219 para proporcionar refrigeración a temperatura media a los espacios a enfriar (no mostrados); y
- el refrigerante en el segundo circuito de refrigeración 210 se enfría en el enfriador 213.

20 Se pueden lograr una serie de resultados beneficiosos usando la disposición que se muestra en la Figura 2, en particular porque cada primer circuito de refrigeración 230 está autocontenido en una respectiva unidad de refrigeración.

Por ejemplo, se simplifica la instalación y la desinstalación de las unidades de refrigeración y del sistema de refrigeración en cascada 200 en general. Esto es porque las unidades de refrigeración, con sus primeros circuitos de refrigeración autocontenidos integrados 220a, 220b, 220c, se pueden conectar o desconectar fácilmente con el segundo circuito de refrigeración 210, sin modificar el primer circuito de refrigeración 220, 220b, 220c, si se requiere. En otras palabras, las unidades de refrigeración se pueden simplemente "enchufar" al, o desconectar del, segundo circuito de refrigeración 210.

30 Otra ventaja es que cada unidad de refrigeración, incluido su respectivo primer circuito de refrigeración 220a, 220b, 220c, se puede probar en fábrica para detectar fallas antes de instalarse en un sistema de refrigeración activo 200. Esto mitiga la probabilidad de fallas, que pueden incluir fugas de refrigerantes potencialmente dañinos. En consecuencia, se puede lograr una reducida tasa de fuga.

Otra ventaja es que se pueden reducir las longitudes de los primeros circuitos de refrigeración 220a, 220b, 220c ya que cada circuito 220a, 220b, 220c se dispone en su respectiva unidad de refrigeración y no se extiende entre una serie de unidades. La longitud reducida del circuito puede resultar en una eficiencia mejorada ya que se reduce la infiltración de calor en líneas más cortas debido a la reducción del área superficial. Además, la longitud reducida del circuito también puede dar como resultado una reducida caída de la presión, lo que mejora la eficiencia del sistema 200.

40 La longitud reducida del circuito y la provisión de circuitos autocontenidos dentro de las respectivas unidades de refrigeración también brinda la capacidad de usar refrigerantes más inflamables, tales como R744, hidrocarburos (R290, R600a, R1270), R1234yf, R1234ze (E) o R455A, en el primer circuito (temperatura baja) que los solicitantes han llegado a apreciar como que es un resultado muy beneficioso. Esto es porque se reduce la probabilidad de fuga del refrigerante (como se mencionó anteriormente) y porque, incluso si el refrigerante tuviera una fuga, la fuga estaría confinada en una zona relativamente pequeña y en una zona contenida en la respectiva unidad de refrigeración, y debido al tamaño pequeño de las unidades, solo se usa una cantidad relativamente pequeña de carga de refrigerante. Además, esta disposición permitiría el uso de procedimientos y/o dispositivos de contingencia para la mitigación de llamas de costo relativamente bajo, ya que la zona que contiene los materiales potencialmente inflamables es mucho más pequeña, confinada y uniforme. Dichos refrigerantes más inflamables pueden tener un potencial de calentamiento global (GWP) más bajo. Por lo tanto, ventajosamente, se pueden cumplir con los objetivos gubernamentales y sociales para el uso de refrigerantes de GWP bajo o incluso superarse potencialmente sin comprometer la seguridad del sistema.

50 Otra ventaja es que cada primer circuito de refrigeración 220a, 220b, 220c solo puede enfriar su respectiva unidad de refrigeración. Esto significa que la carga en cada primer circuito de refrigeración 220a, 220b, 220c puede permanecer relativamente constante. Es decir, se aplican condiciones constantes a las etapas de condensación 231 y de evaporación 223 del primer circuito de refrigeración 220. Esto permite la simplificación del diseño del primer circuito de refrigeración 220 en el sentido de que se pueden usar dispositivos de expansión pasivos 222, tales como tubos

capilares o tubos de orificio. Esto contrasta con los circuitos más complejos en los que es necesario usar dispositivos de expansión electrónicos y válvulas de expansión termostáticas. Dado que se evita el uso de tales dispositivos tan complejos, se pueden reducir los costes y aumentar la fiabilidad.

5 Además, de manera importante, la provisión de un intercambiador de calor inundado en el segundo circuito de refrigeración según tales realizaciones da como resultado una transferencia de calor mejorada entre el primer y el segundo circuito. En consecuencia, se mejora la eficiencia del sistema global de refrigeración.

10 Hay varias ventajas que pueden surgir a partir de las ubicaciones de la interfaz de circuitos que se acoplan en paralelo con otras ubicaciones de interfaz de circuitos. Una ventaja puede ser que se proporciona resiliencia en el sistema, ya que un fallo asociado o sufrido en una ubicación de interfaz de circuitos no afectará a otras ubicaciones de interfaz de circuitos. Esto es porque cada ubicación de interfaz de circuitos es atendida por un respectivo ramal del segundo circuito de refrigeración. Otra ventaja puede ser que se mejora la eficiencia de la transferencia de calor entre el primer y el segundo circuito de refrigeración debido a que la temperatura del segundo refrigerante antes de cada ubicación de interfaz de circuitos se puede mantener relativamente constante. Por el contrario, si dos ubicaciones de interfaz de circuitos estuvieran acopladas en serie, la temperatura del refrigerante en el segundo circuito de refrigeración puede ser más alta antes de la ubicación de interfaz de circuitos de aguas abajo, que antes de la ubicación de la interfaz de circuitos de aguas arriba.

15 En general, la provisión de una pluralidad de primeros circuitos de refrigeración según la presente invención, cada uno dispuesto en una respectiva unidad de refrigeración, preferiblemente dispuestos como un circuito de refrigeración autocontenido, tiene beneficios tales como: reducir las tasas de fuga; simplificar el sistema de refrigeración general; permitir el uso de refrigerantes de GWP bajo que de otro modo serían inseguros; mejorar el mantenimiento y la instalación; y reducir la caída de la presión, lo que conduce a una mayor eficiencia del sistema.

20 Como apreciará el experto en la técnica, puede haber cualquier número de primeros circuitos de refrigeración 220. En particular, puede haber tantos primeros circuitos de refrigeración 220 como unidades de refrigeración a enfriar. En consecuencia, el segundo circuito de refrigeración 210 se puede conectar con cualquier número de primeros circuitos de refrigeración 220.

25 Como quedará claro para el experto en la técnica, puede haber cualquier número y disposición de ramales de enfriamiento de temperatura media 217 y evaporadores 218.

#### Sistema en cascada 3

30 En disposiciones alternativas, cada primer circuito de refrigeración 220 se puede disponer completamente en paralelo con cada uno de los primeros circuitos de refrigeración 220. En la Figura 3 se muestra un ejemplo de tal disposición, que en la presente invención se denomina por conveniencia como Sistema en Cascada 3. La Figura 3 muestra un sistema 300 donde cada ubicación de interfaz de circuitos 231a, 231b, 231c se dispone completamente en paralelo con cada ubicación de interfaz de circuitos 231a, 231b, 231c. Por lo demás, los componentes del sistema 300 son los mismos que en el sistema 200 (descrito con referencia a la Figura 2), y los componentes del sistema 300 funcionan sustancialmente de la misma manera que en el sistema 200, aunque se apreciará que el rendimiento del sistema global y de otras características importantes del sistema global se pueden ver significativamente afectadas por este cambio en la disposición.

35 Por lo general, esto significa que una porción dada de refrigerante procedente del segundo circuito de refrigeración 210, que puede ser cualquier refrigerante como se describe en la presente invención, incluyendo en particular los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, solo pasa a través de un intercambiador de calor 230 antes de regresar al compresor 211. Esta disposición asegura que cada uno de los intercambiadores de calor 230 recibirá al segundo refrigerante aproximadamente a la misma temperatura, ya que la disposición evita que cualquiera de los intercambiadores de calor reciba una parte del refrigerante que se precalienta como resultado de pasar a través de un intercambiador de calor aguas arriba, como sería el caso en una disposición en serie.

40 Como quedará claro para el experto en la técnica, se pueden lograr y, de hecho, se prevén muchas otras disposiciones de ubicaciones de interfaz de circuitos 231a, 231b, 231c con respecto al primer y segundo circuito de refrigeración 210.

45 Un ejemplo de otra posible alteración de cualquiera de los sistemas que forman parte de esta descripción, incluidos en particular cualquiera de los Sistemas en Cascada 1A, 1B, 2 y 3, es que cualquier número de circuitos de refrigeración autocontenidos puede incluir un intercambiador de línea de succión (SLHX, por sus siglas en inglés).

#### Métodos de transferencia de calor

55 Los refrigerantes, incluyendo en particular los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, y cualquier composición de transferencia de calor de la presente invención que contenga tal

refrigerante, se puede usar en un método de enfriamiento que comprenda condensar una composición de transferencia de calor y luego evaporar dicha composición en las proximidades de un artículo o cuerpo a enfriar.

5 Por lo tanto, la invención se refiere a un método de enfriamiento en un sistema de transferencia de calor que comprende un evaporador, un condensador y un compresor, comprendiendo el proceso i) condensar un refrigerante o una composición de transferencia de calor como se describe en la presente invención; y ii) evaporar el refrigerante en la proximidad del cuerpo o artículo a enfriar; en donde la temperatura del evaporador del sistema de transferencia de calor está en el intervalo de desde aproximadamente -40°C a aproximadamente +10°C.

10 Alternativamente, o además, la composición de transferencia de calor se puede usar en un método de calentamiento que comprende condensar la composición de transferencia de calor en la proximidad de un artículo o cuerpo a calentar y posteriormente evaporar dicha composición.

15 Por tanto, la invención se refiere a un método de calentamiento en un sistema de transferencia de calor que comprende un evaporador, un condensador y un compresor, comprendiendo el proceso i) condensar un refrigerante o una composición de transferencia de calor como se describe en la presente invención, en las proximidades de un cuerpo o artículo a calentar y ii) evaporar el refrigerante en donde la temperatura del evaporador del sistema de transferencia de calor está en el intervalo de aproximadamente -30°C a aproximadamente el 5°C.

Por lo tanto, cualquier refrigerante y composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se puede usar en uno cualquiera de:

- sistemas de refrigeración de temperatura baja;
- sistemas de refrigeración de temperatura media;
- 20 – máquinas expendedoras;
- bombas de calor, incluido el calentador de agua con bomba de calor;
- deshumidificadores,
- enfriadores, particularmente enfriadores de desplazamiento positivo, más particularmente un enfriador de expansión directa refrigerado por aire o refrigerado por agua (preferiblemente refrigerado por agua), que es modular o convencionalmente ensamblado individualmente,
- 25 – refrigeradores domésticos,
- congeladores domésticos,
- congeladores industriales,
- refrigeradores industriales,
- 30 – enfriador de agua.

El término "sistema de refrigeración" se refiere a cualquier sistema o aparato o cualquier parte o parte de dicho sistema o aparato que emplea un refrigerante para proporcionar refrigeración.

35 La composición de transferencia de calor de la invención se proporciona para su uso en aplicaciones de acondicionamiento de aire portátiles y en aplicaciones de acondicionado de aire estacionarias comerciales e industriales, particularmente en enfriadores que enfrían agua para proporcionar acondicionamiento de aire en aplicaciones comerciales e industriales. Por lo tanto, cualquiera de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se puede usar en cualquiera de:

- acondicionamiento de aire móvil, en particular acondicionamiento de aire en camiones, autobuses y trenes,
- 40 – aplicaciones de enfriadores, particularmente un enfriador de desplazamiento positivo o un enfriador centrífugo usado para enfriar agua para proporcionar acondicionamiento de aire industrial y/o comercial.

Las composiciones de transferencia de calor de la invención también se proporcionan para su uso en aplicaciones de bombas de calor. Por lo tanto, cualquiera de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se puede usar en uno cualquiera de:

- 45 – una bomba de calor residencial, tal como un sistema hidrónico/bomba de calor de aire a agua residencial, bombas de calor de calentador de agua,
- deshumidificador,

- un sistema de bomba de calor industrial, o un sistema de bomba de calor comercial.

En particular, el R-134a usado en cualquiera de los sistemas y equipos enumerados anteriormente y/o en los sistemas y equipos descritos a continuación se pueden reacondicionar o reemplazar con los refrigerantes de la invención y con las composiciones de transferencia de calor de la presente invención.

- 5 Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en un sistema de refrigeración de temperatura baja (con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -40 a aproximadamente -12°C, particularmente aproximadamente -32°C).

- 10 Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en un sistema de refrigeración de temperatura media (con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -12 a aproximadamente 0°C, particularmente aproximadamente -7°C).

- 15 Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en un sistema de refrigeración en cascada (con un refrigerante de etapa alta y un refrigerante de etapa baja). Las composiciones de transferencia de calor de la invención se usan como el refrigerante de etapa alta en el sistema en cascada (que generalmente tiene una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -20 a aproximadamente 10°C, particularmente aproximadamente -7°C).

- 20 La composición de transferencia de calor de la invención se proporciona para su uso en un sistema de bomba de calor residencial, en donde el sistema de bomba de calor residencial se usa para suministrar aire caliente (teniendo dicho aire una temperatura de, por ejemplo, aproximadamente 18°C a aproximadamente 24°C, particularmente aproximadamente 21°C) a edificios en el invierno. Por lo general, es el mismo sistema que el sistema de acondicionamiento de aire residencial, mientras que en el modo de bomba de calor el flujo del refrigerante se invierte y el sistema interior se convierte en el condensador y el sistema exterior se convierte en el evaporador. Tipos de sistemas típicos son los sistemas de bomba de calor con unidad interna y con mini unidad interna. El evaporador y el condensador suelen ser un intercambiador de calor de microcanales o de tubos redondos, placas y aletas. El compresor suele ser un compresor alternativo o rotativo (pistón rodante o de rotor espiral). La válvula de expansión suele ser una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente -20 a aproximadamente 3°C. La temperatura de condensación está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 35 a aproximadamente el 50°C.

- 30 La composición de transferencia de calor de la invención se proporciona para su uso en un sistema hidrónico/bomba de calor de aire a agua residencial, en donde el sistema hidrónico/bomba de calor de aire a agua residencial se usa para suministrar agua caliente (teniendo dicha agua una temperatura de por ejemplo, aproximadamente 50°C) a edificios para calefacción por suelo radiante o en aplicaciones similares en el invierno. El sistema hidrónico generalmente tiene un evaporador de tubos redondos, placas y aletas o de microcanales para intercambiar calor con el aire del ambiente, un compresor alternativo o rotativo, un condensador de placas para calentar el agua y una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente -20 a aproximadamente 3°C. La temperatura de condensación está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 50 a aproximadamente 90°C.

- 40 La composición de transferencia de calor de la invención se proporciona para su uso en un sistema de acondicionamiento de aire comercial en donde el sistema de acondicionamiento de aire comercial puede ser un enfriador que se usa para suministrar un fluido de transferencia de calor enfriado tal como agua (teniendo dicho fluido de transferencia de calor, por ejemplo, agua, una temperatura de, por ejemplo, aproximadamente 7°C) a grandes edificios tales como oficinas y hospitales, etc. Dependiendo de la aplicación, el sistema de de enfriamiento puede funcionar todo el año. El sistema de enfriamiento puede ser refrigerado por aire o por agua. El enfriador refrigerado por aire generalmente tiene un evaporador de placas o de carcasa y tubos para suministrar agua enfriada, un compresor centrífugo o un compresor de desplazamiento positivo que puede ser un compresor alternativo o de rotor espiral, un condensador de tubos redondos, placas y aletas o de microcanales para intercambiar calor con el aire del ambiente y una válvula de expansión térmica o electrónica. El sistema enfriado por agua generalmente tiene un evaporador de carcasa y tubos para suministrar agua enfriada, un compresor centrífugo o un compresor de desplazamiento positivo que puede ser un compresor alternativo o de rotor espiral, un condensador de carcasa y tubos para intercambiar calor con el agua de enfriamiento procedente de una torre de refrigeración o de un lago, mar u otros recursos naturales, y una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 0 a aproximadamente 10°C. La temperatura de condensación está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 40 a aproximadamente 70°C.

- 55 La composición de transferencia de calor de la invención se proporciona para su uso en un sistema de refrigeración de temperatura media, en donde el sistema de refrigeración de temperatura media se usa preferiblemente para enfriar alimentos o bebidas, tal como en un refrigerador o un enfriador de botellas, o en un supermercado para enfriar productos perecederos. El sistema generalmente tiene un evaporador de aire a refrigerante para enfriar la comida o bebida, un compresor alternativo o rotatorio, un condensador de aire a refrigerante para intercambiar calor con el aire del ambiente y una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente -12 a aproximadamente 0°C. La temperatura de condensación

está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 40 a aproximadamente 70°C. Las máquinas expendedoras son un ejemplo de sistemas de refrigeración de temperatura media.

- 5 La composición de transferencia de calor de la invención se proporciona para su uso en un sistema de refrigeración de temperatura baja, en donde dicho sistema de refrigeración de temperatura baja se usa preferiblemente en un congelador o en una máquina de helados. El sistema generalmente tiene un evaporador de aire a refrigerante para enfriar el producto, un compresor alternativo o rotatorio, un condensador de aire a refrigerante para intercambiar calor con el aire del ambiente y una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente -40 a aproximadamente -12°C. La temperatura de condensación está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 40 a aproximadamente 70°C.
- 10 La composición de transferencia de calor de la invención se proporciona para su uso en un sistema de refrigeración en cascada, en donde dicho sistema de refrigeración en cascada se usa preferiblemente en aplicaciones donde hay una gran diferencia de temperatura (por ejemplo, aproximadamente 60-80°C, tal como aproximadamente 70-75°C) entre la temperatura del ambiente y la temperatura de la vitrina (por ejemplo, la diferencia de temperaturas entre la del lado del aire del condensador en la etapa alta y la del lado del aire del evaporador en la etapa baja). Por ejemplo, se puede usar un sistema en cascada para congelar productos en un supermercado.
- 15 Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en una máquina expendedora con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -20 a aproximadamente 10°C, particularmente -7°C.
- 20 Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en una bomba de calor residencial, tal como un sistema hidrónico/bomba de calor de aire a agua residencial, con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -20 a aproximadamente 3°C, particularmente aproximadamente el 0,5°C.
- 25 Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en un sistema de refrigeración de temperatura media (con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -12 a aproximadamente 0°C, particularmente aproximadamente -7°C).
- Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en una bomba de calor de calentador de agua con una temperatura del evaporador en el intervalo de desde aproximadamente -20°C a aproximadamente 25°C.
- 30 Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en un deshumidificador con una temperatura del evaporador en el intervalo de desde aproximadamente 0 a aproximadamente 10°C.
- 35 Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en un enfriador refrigerado por aire con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente 0°C a aproximadamente 10°C, particularmente aproximadamente 4,5°C. El enfriador refrigerado por aire puede ser un enfriador refrigerado por aire con un compresor centrífugo o un enfriador refrigerado por aire con un compresor de desplazamiento positivo, más particularmente un enfriador refrigerado por aire con un compresor alternativo o de rotor espiral.
- 40 Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en un enfriador refrigerado por agua con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente 0°C a aproximadamente 10°C, particularmente aproximadamente 4,5°C. El enfriador refrigerado por aire puede ser un enfriador refrigerado por aire con un compresor centrífugo o un enfriador refrigerado por aire con un compresor de desplazamiento positivo, más particularmente un enfriador refrigerado por aire con un compresor alternativo o de rotor espiral.
- 45 Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en un refrigerador con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -40°C a aproximadamente 12°C.
- Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en un congelador con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -40°C a aproximadamente -12°C.
- 50 Cada una de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención se proporciona particularmente para su uso en un sistema de refrigeración en cascada (con un refrigerante de etapa alta y un refrigerante de etapa baja). Las composiciones de transferencia de calor de la invención se usan como el refrigerante de etapa alta en el sistema en cascada (que generalmente tiene una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -20 a aproximadamente 10°C, particularmente aproximadamente -7°C).

Por lo tanto, la invención se relaciona con un método de enfriamiento en un sistema de transferencia de calor que comprende un evaporador, un condensador y un compresor, y cualquier refrigerante de la presente invención como se describe en la presente invención, incluyendo particularmente los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, o cualquiera de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención, comprendiendo el proceso las etapas de i) condensar el refrigerante y ii) evaporar el refrigerante en el proximidad del cuerpo o artículo a enfriar, en donde la temperatura del evaporador del sistema de transferencia de calor está en el intervalo de desde aproximadamente -40°C a aproximadamente 10°C.

La invención también se refiere a un método de enfriamiento en un sistema de transferencia de calor que comprende un evaporador, un condensador y un compresor, y una composición de transferencia de calor que comprende cualquier refrigerante de la presente invención como se describe en la presente invención, incluyendo particularmente los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, o cualquiera de las composiciones de transferencia de calor como se describen en la presente invención, comprendiendo el proceso las etapas de i) condensar el refrigerante y ii) evaporar el refrigerante en las proximidades del cuerpo o artículo a enfriar, en donde la temperatura del evaporador del sistema de transferencia de calor está en el intervalo de aproximadamente -40°C a aproximadamente 10°C, en donde dicha composición de transferencia de calor comprende además cualquier estabilizador como los descritos en la presente invención, incluyendo en particular el Estabilizador 1 o el Estabilizador 2.

La invención también se relaciona con un método de enfriamiento en un sistema de transferencia de calor que comprende un evaporador, un condensador y un compresor, y una composición de transferencia de calor que comprende cualquier refrigerante de la presente invención como se describe en la presente invención, incluyendo particularmente los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, o cualquiera de las composiciones de transferencia de calor como se describen en la presente invención, comprendiendo el proceso las etapas de i) condensar el refrigerante y ii) evaporar el refrigerante en las proximidades del cuerpo o artículo a enfriar, en donde la temperatura del evaporador del sistema de transferencia de calor está en el intervalo de desde aproximadamente -40°C a aproximadamente 10°C, en donde dicha composición de transferencia de calor comprende además cualquier lubricante como los descritos en la presente invención, incluyendo en particular el Lubricante 1.

La invención también se refiere a un método de enfriamiento en un sistema de transferencia de calor que comprende un evaporador, un condensador y un compresor, y una composición de transferencia de calor que comprende cualquier refrigerante de la presente invención como se describe en la presente invención, que incluyen particularmente los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, o cualquiera de las composiciones de transferencia de calor como se describen en la presente invención, comprendiendo el proceso las etapas de i) condensar el refrigerante y ii) evaporar el refrigerante en las proximidades del cuerpo o artículo a enfriar, en donde la temperatura del evaporador del sistema de transferencia de calor está en el intervalo de aproximadamente -40°C a aproximadamente 10°C, en donde dicha composición de transferencia de calor comprende además cualquier estabilizador como se describen en la presente invención, incluyendo en particular el Estabilizador 1 o el Estabilizador 2 y cualquier lubricante como se describe en la presente invención, incluyendo en particular el Lubricante 1.

Por lo tanto, la invención se refiere a un método de enfriamiento en un sistema de transferencia de calor que comprende un evaporador, un condensador y un compresor, y cualquier refrigerante de la presente invención como se describe en la presente invención, que incluye particularmente los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, o cualquiera de las composiciones de transferencia de calor descritas en la presente invención, comprendiendo el proceso las etapas de i) condensar el refrigerante y ii) evaporar el refrigerante en el proximidad del cuerpo o artículo a enfriar, en donde la temperatura del evaporador del sistema de transferencia de calor está en el intervalo de desde aproximadamente 20°C a aproximadamente 3°C.

La invención también se refiere un método de enfriamiento en un sistema de transferencia de calor que comprende un evaporador, un condensador y un compresor, y una composición de transferencia de calor que comprende cualquier refrigerante de la presente invención como se describe en la presente invención, incluyendo particularmente los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, o cualquiera de las composiciones de transferencia de calor como se describen en la presente invención, comprendiendo el proceso las etapas de i) condensar el refrigerante y ii) evaporar el refrigerante en las proximidades del cuerpo o artículo a enfriar, en donde la temperatura del evaporador del sistema de transferencia de calor está en el intervalo de aproximadamente -20°C a aproximadamente 3°C, en donde dicha composición de transferencia de calor comprende además cualquier estabilizador como los descritos en la presente invención, incluyendo en particular el Estabilizador 1 o el Estabilizador 2.

La invención también se refiere a un método de enfriamiento en un sistema de transferencia de calor que comprende un evaporador, un condensador y un compresor, y una composición de transferencia de calor que comprende cualquier refrigerante de la presente invención como se describe en la presente invención, incluyendo particularmente los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, o cualquiera de las composiciones de transferencia de calor como se describen en la presente invención, comprendiendo el proceso las etapas de i) condensar el refrigerante y ii) evaporar el refrigerante en las proximidades del cuerpo o artículo a enfriar, en donde la temperatura del evaporador del sistema de transferencia de calor está en el intervalo de desde aproximadamente -20°C a aproximadamente 3°C, en donde dicha composición de transferencia de calor comprende además cualquier lubricante como los descritos en la presente invención, incluyendo en particular el Lubricante 1.

La invención también se refiere a un método de enfriamiento en un sistema de transferencia de calor que comprende un evaporador, un condensador y un compresor, y una composición de transferencia de calor que comprende cualquier refrigerante de la presente invención como se describe en la presente invención, incluyendo particularmente los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, o cualquiera de las composiciones de transferencia de calor como se describen en la presente invención, comprendiendo el proceso las etapas de i) condensar el refrigerante y ii) evaporar el refrigerante en las proximidades del cuerpo o artículo a enfriar, en donde la temperatura del evaporador del sistema de transferencia de calor está en el intervalo de aproximadamente -20°C a aproximadamente 3°C, en donde dicha composición de transferencia de calor comprende además cualquier estabilizador como se describen en la presente invención, incluyendo en particular el Estabilizador 1 o el Estabilizador 2 y cualquier lubricante como se describen en la presente invención, incluyendo en particular el Lubricante 1.

La composición de transferencia de calor descrita en la presente invención se proporciona como un reacondicionamiento no inflamable y de calentamiento global (GWP) bajo para el refrigerante R-134a. Cada una de las composiciones de transferencia de calor de la presente invención, incluidas las composiciones de transferencia de calor que incluyen uno cualquiera de los refrigerantes de la presente invención como se describen en la presente invención, incluyendo particularmente uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP512NFGWP5, por lo tanto, se pueden usar en un método de reacondicionamiento de un sistema de transferencia de calor existente diseñado para contener o que contiene el refrigerante R-134a. Se prefiere que el método no requiera una modificación sustancial de la ingeniería del sistema, por ejemplo, sin modificación del condensador, del evaporador y/o de la válvula de expansión.

Tal como se usa el término en la presente invención, "reacondicionamiento" con respecto a una composición de transferencia de calor particular de la presente invención significa el uso de la composición indicada de la presente invención en un sistema de transferencia de calor que había contenido en el mismo una composición de refrigerante diferente y que había sido al menos parcialmente eliminada del sistema y en el que se introduce la composición indicada de la presente invención.

La composición de transferencia de calor descrita en la presente invención se proporciona como un reemplazo no inflamable y de calentamiento global (GWP) bajo para el refrigerante R-134a. Cada una de las composiciones de transferencia de calor de la presente invención, incluidas las composiciones de transferencia de calor que incluyen uno cualquiera de los refrigerantes de la presente invención como se describen en la presente invención, incluyendo particularmente uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP15023NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP512NFGWP5, por lo tanto, se pueden usar como reemplazo del refrigerante R-134a, y se prefiere que el método no requiera una modificación sustancial de la ingeniería del sistema, por ejemplo, sin modificación del condensador, del evaporador y/o de la válvula de expansión.

Como se usa el término en la presente invención, "reemplazo por" con respecto a una composición de transferencia de calor particular de la presente invención y un refrigerante existente en particular significa el uso de la composición indicada de la presente invención en un sistema de transferencia de calor que hasta ahora se había usado comúnmente con ese refrigerante existente. A modo de ejemplo, los sistemas de transferencia de calor que hasta ahora se han usado comúnmente con el R-134a incluyen los siguientes sistemas y las característica operativas representativas de la temperatura del evaporador:

Sistemas R-134a

Sistema	Intervalo de temperatura del evaporador, °C (se entiende que todos los valores están precedidos por "aproximadamente")
Refrigeración de temperatura baja	De -40°C a 12°C
Refrigeración de temperatura media	De -12°C a 0°C

Sistema	Intervalo de temperatura del evaporador, °C (se entiende que todos los valores están precedidos por "aproximadamente")
Bombas de calor (incluidas las bombas de calor para calentadores de agua)	De -12°C a 10°C
Bombas de calor (incluidas las bombas de calor residenciales)	De -20°C a 3°C
Deshumidificador	De -0°C a 10°C
Máquinas expendedoras	De -12°C a 10°C
Enfriadores	De 0°C a 10°C
Refrigeradores	De -40°C a 2°C
Congeladores	De -40°C a -12°C

Alternativamente, la composición de transferencia de calor se puede usar en un método de reacondicionamiento de un sistema de transferencia de calor existente diseñado para contener o que contiene el refrigerante R134a, en donde el sistema se modifica para el refrigerante de la invención.

- 5 Se apreciará que cuando la composición de transferencia de calor se usa como un reemplazo no inflamable y de Calentamiento Global bajo para el R-134a o se usa en un método de reacondicionamiento de un sistema de transferencia de calor existente diseñado para contener o que contiene el refrigerante R-134a o se usa en un sistema de transferencia de calor que es adecuado para su uso con el refrigerante R134a, la composición de transferencia de calor puede consistir esencialmente en cualquier refrigerante de la invención como se describen en la presente invención, incluyendo en particular los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5. Alternativamente, la invención abarca el uso del refrigerante de la invención como un reemplazo no inflamable y de calentamiento global bajo del R-134a o se usa en un método de reacondicionamiento de un sistema de transferencia de calor existente diseñado para contener o que contiene el refrigerante R-134a o se usa en un sistema de transferencia de calor que sea adecuado para usar con el refrigerante R134a como se describe en la presente invención.

20 Como se indicó anteriormente, el método comprende eliminar del sistema al menos una parte del refrigerante R-134a existente. Preferiblemente, el método comprende eliminar al menos aproximadamente el 5%, aproximadamente el 10%, aproximadamente el 25%, aproximadamente el 50% o aproximadamente el 75% en peso del R-134a del sistema y reemplazarlo con las composiciones de transferencia de calor de la invención, incluyendo en particular aquellas composiciones de transferencia de calor que incluyen en particular los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150-23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5.

25 Las composiciones de la invención se pueden emplear en sistemas que se usan o son adecuados su para uso con el refrigerante R-134a, tales como los sistemas de transferencia de calor existentes o nuevos.

Los refrigerantes y las composiciones de transferencia de calor de la presente invención exhiben muchas de las características deseables del R-134a, tales como la no inflamabilidad, pero tienen un GWP que es sustancialmente más bajo que el del R-134a mientras que al mismo tiempo tienen características operativas, es decir eficiencia (COP, por sus siglas en inglés), que son sustancialmente similares o sustancialmente iguales a las del R-134a.

30 Los refrigerantes de la presente invención, incluyendo en particular los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, por lo tanto exhiben preferiblemente características operativas comparadas con las del R134a en donde:

- la eficiencia (COP) del refrigerante es del 95 al 105% de la eficiencia del R134a.

35 en sistemas de transferencia de calor, en los que el refrigerante de la invención sustituye al refrigerante R134a.

El término "COP" es una medida de la eficiencia energética y se refiere a la relación entre la capacidad de refrigeración o de enfriamiento y el requisito de energía del sistema de refrigeración, es decir, la energía para hacer funcionar el compresor, los ventiladores, etc. El COP es la salida útil del sistema de refrigeración, en este caso, la capacidad de refrigeración o cuánto enfriamiento se proporciona, dividido por la potencia que se necesita para obtener esa salida. Esencialmente, es una medida de la eficiencia del sistema.

El término "capacidad" es la cantidad de enfriamiento proporcionado, en J/h (BTU/h), por el refrigerante en el sistema de refrigeración. Esto se determina experimentalmente multiplicando el cambio de entalpía en J/kg (BTU/lb) del refrigerante a medida que pasa a través del evaporador por el caudal másico del refrigerante. La entalpía se puede determinar a partir de la medición de la presión y de la temperatura del refrigerante. La capacidad del sistema de refrigeración se relaciona con la capacidad de mantener una zona a enfriar a una temperatura específica.

El término "caudal másico" es la cantidad "en libras" de refrigerante que pasa a través de un conducto de un tamaño determinado en un período de tiempo determinado.

Para mantener la fiabilidad del sistema de transferencia de calor, se prefiere que el refrigerante de la invención, incluyendo en particular los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, además presente las siguientes características en comparación con el R-134a:

- la temperatura de descarga es no más de 10°C mayor que la del R-134a; y/o
- la relación de presión del compresor es del 95 al 105% que la relación de presión del compresor del R-134a

en sistemas de transferencia de calor, en los que se usa la composición de la invención en sustitución del refrigerante R-134a.

El experto en la técnica apreciará que las composiciones reivindicadas muestran deseablemente un bajo nivel de deslizamiento. Por lo tanto, los refrigerantes de la presente invención, incluyendo en particular los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, proporcionan un deslizamiento del evaporador de menos de 2°C, preferiblemente menos de 1,5°C.

Las composiciones de transferencia de calor existentes usadas con el R-134a son preferiblemente sistemas de refrigeración. Por lo tanto, cada una de las composiciones de transferencia de calor como se describen en la presente invención se puede usar para reemplazar el R134a en cualquiera de:

- o un sistema de refrigeración de temperatura baja,
- o un sistema de refrigeración de temperatura media,
- o un refrigerador comercial,
- o un congelador comercial,
- o un sistema de refrigeración en cascada,
- o una máquina de hielo,
- o una máquina expendedora,
- o un congelador doméstico,
- o un refrigerador doméstico,
- o un congelador industrial,
- o un refrigerador industrial
- o un enfriador de agua o
- o un enfriador

Los refrigerantes de la invención, incluyendo en particular los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporcionan para reemplazar al R134a en aplicaciones de bombas de calor. Por lo tanto, cada una de las composiciones de transferencia de calor y refrigerantes como se describen en la presente invención, incluyendo los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5 se pueden usar para reemplazar el R-134a en cualquiera de:

- una bomba de calor residencial, tal como un sistema hidrónico/bomba de calor de aire a agua residencial,
- un sistema de bomba de calor industrial o
- un sistema de bomba de calor comercial.

5 Cada una de las composiciones de transferencia de calor y refrigerantes como se describen en la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona particularmente para reemplazar al R134a en un enfriador refrigerado por aire (con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente 0 a aproximadamente 10°C, particularmente aproximadamente 4,5°C), particularmente un enfriador refrigerado por aire con un compresor centrífugo o de desplazamiento positivo, por ejemplo un enfriador refrigerado por aire con un compresor alternativo o de rotor espiral.

15 Cada una de las composiciones de transferencia de calor y refrigerantes como se describen en la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona particularmente para reemplazar al R134a en un enfriador refrigerado por agua (con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente 0 a aproximadamente 10°C, particularmente aproximadamente 4,5°C), particularmente en un enfriador refrigerado por agua con un compresor centrífugo o de desplazamiento positivo, por ejemplo un enfriador refrigerado por agua con un compresor alternativo o de rotor espiral.

20 Cada una de las composiciones de transferencia de calor y cada uno de los refrigerantes como se describen en la presente invención, en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona particularmente para reemplazar al R134a en una bomba de calor residencial, tal como un sistema hidrónico/bomba de calor de aire a agua residencial (con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -20 a aproximadamente 3°C, particularmente aproximadamente el 0,5°C).

30 Cada una de las composiciones de transferencia de calor y refrigerantes como se describen en la presente invención, incluyendo uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona particularmente para reemplazar al R134a en un sistema de refrigeración de temperatura media (con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -12 a aproximadamente 0°C, particularmente aproximadamente -7°C).

35 Cada una de las composiciones de transferencia de calor y refrigerantes como se describen en la presente invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona particularmente para reemplazar al R134a en un sistema de refrigeración de temperatura baja (con una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -40 a aproximadamente -12°C, particularmente aproximadamente -32°C).

40 Cada una de las composiciones de transferencia de calor y refrigerantes como se describen en la presente invención, en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona particularmente para reemplazar al R134a en la etapa alta de un sistema de refrigeración en cascada (donde la etapa alta del sistema en cascada tiene una temperatura del evaporador en el intervalo de aproximadamente -20 a aproximadamente 10°C, particularmente aproximadamente -7°C).

45 Las composiciones de transferencia de calor y los refrigerantes de la invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona para su uso en un sistema de bomba de calor residencial, en donde el sistema de bomba de calor residencial se usa para suministrar aire caliente (teniendo dicho aire una temperatura de, por ejemplo, aproximadamente 18°C a aproximadamente 24°C, particularmente aproximadamente 21°C) a edificios en el invierno. Suele ser el mismo sistema que el sistema de aire acondicionado residencial, mientras que en el modo bomba de calor el flujo de refrigerante se invierte y la batería interior se convierte en el condensador y la batería exterior se convierte en el evaporador. Tipos de sistemas típicos son los sistemas de bomba de calor con varias unidades interiores y mini-unidades interiores. El evaporador y el condensador suelen ser un intercambiador de calor con aletas o microcanales, o de tubos redondos, placas y aletas. El compresor suele ser un compresor alternativo o rotativo (pistón rodante o de paletas rotativas) o de rotor espiral. La válvula de expansión suele ser una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente -20 a

aproximadamente 3°C o de aproximadamente -30 a aproximadamente el 5°C. La temperatura de condensación está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 35 a aproximadamente el 50°C.

5 La composición de transferencia de calor y los refrigerantes de la invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona para su uso en un sistema de aire acondicionado comercial en donde el sistema de aire acondicionado comercial puede ser un enfriador que se usa para suministrar agua fría (teniendo dicha agua una temperatura de, por ejemplo, aproximadamente 7°C) a grandes edificios tales como oficinas y hospitales, etc. Dependiendo de la aplicación, el sistema enfriador puede estar funcionando todo el año. El sistema de enfriamiento puede ser refrigerado por aire o por agua. El enfriador refrigerado por aire generalmente tiene un evaporador de placas, de tubo en tubo o de carcasa y tubos para suministrar agua enfriada, un compresor alternativo o de rotor espiral, un condensador de microcanales o de tubo con aletas, o de tubos redondos, placas y aletas para intercambiar calor con el aire del ambiente, y una válvula de expansión térmica o electrónica. El sistema refrigerado por agua generalmente tiene un evaporador de carcasa y tubos para suministrar agua enfriada, un compresor alternativo, de rotor espiral, de tornillo o centrífugo, un condensador de carcasa y tubos para intercambiar calor con el agua procedente de la torre de refrigeración o de un lago, mar u otros recursos naturales, y una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 0 a aproximadamente 10°C. La temperatura de condensación está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 40 a aproximadamente 70°C.

20 La composición de transferencia de calor y los refrigerantes de la invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona para su uso en un sistema hidrónico/bomba de calor de aire a agua residencial, en donde el sistema hidrónico/bomba de calor de aire a agua residencial se usa para suministrar agua caliente (teniendo dicha agua una temperatura de, por ejemplo, aproximadamente el 50°C o aproximadamente el 55°C) a edificios para calefacción por suelo radiante o en aplicaciones similares en el invierno. El sistema hidrónico generalmente tiene un evaporador de microcanales o de tubos con aletas, o de tubos redondos, placas y aletas para intercambiar calor con el aire del ambiente, un compresor alternativo, de rotor espiral o rotativo, un condensador de placas, de tubo en tubo o de carcasa y tubos para calentar el agua, y una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente -20 a aproximadamente 3°C, o de -30°C a aproximadamente el 5°C. La temperatura de condensación está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente el 50°C a aproximadamente 90°C.

35 Cada una de las composiciones de transferencia de calor y los refrigerantes de la invención, incluyendo en particular uno cualquiera de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona especialmente para su uso en un sistema de refrigeración de temperatura media. Los sistemas de refrigeración de temperatura media usan uno o más compresores y una temperatura del condensador de desde aproximadamente 20°C a aproximadamente 60°C y preferiblemente de aproximadamente 25°C a aproximadamente 45°C. Los sistemas de refrigeración de temperatura media tienen una temperatura del evaporador de desde aproximadamente -25°C a menos de aproximadamente 0°C, más preferiblemente de aproximadamente -20°C a aproximadamente -5°C, y lo más preferiblemente de aproximadamente -10°C a aproximadamente -6,7°C. Además, en realizaciones preferidas de tales sistemas de refrigeración de temperatura media, los sistemas tienen un grado de sobrecalentamiento a la salida del evaporador de desde aproximadamente 0°C a aproximadamente 10°C, y preferiblemente con un grado de sobrecalentamiento a la salida del evaporador de desde aproximadamente 4°C a aproximadamente 6°C. Además, en realizaciones preferidas de tales sistemas, los sistemas de refrigeración de temperatura media tienen un grado de sobrecalentamiento en la línea de succión de desde aproximadamente el 5°C a aproximadamente 40°C, y más preferiblemente de aproximadamente 15°C a aproximadamente 30°C.

50 Cada una de las composiciones de transferencia de calor y los refrigerantes de la invención, incluyendo en particular cada uno de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona especialmente para su uso en una refrigeración de temperatura baja. Los sistemas de refrigeración de temperatura baja usan uno o más compresores y una temperatura del condensador de desde aproximadamente 20°C a aproximadamente 60°C y preferiblemente de aproximadamente 25°C a aproximadamente 45°C. Los sistemas de refrigeración de temperatura baja tienen una temperatura del evaporador de aproximadamente -45°C a menos de aproximadamente 0°C, más preferiblemente de aproximadamente -40 a aproximadamente -12°C, aún más preferiblemente de aproximadamente -35°C a aproximadamente -25°C, y lo más preferiblemente de aproximadamente -32°C. Además, preferiblemente, los sistemas de refrigeración de temperatura baja tienen un grado de sobrecalentamiento a la salida del evaporador de desde aproximadamente 0°C a aproximadamente 10°C, y preferiblemente con un grado de sobrecalentamiento a la salida del evaporador de desde aproximadamente 4°C a aproximadamente 6°C. Además, preferiblemente, los sistemas de refrigeración de temperatura baja tienen un grado de sobrecalentamiento en la línea de succión de desde aproximadamente 15°C a aproximadamente el 50°C, y preferiblemente con un grado de sobrecalentamiento en la línea de succión de desde aproximadamente 25°C a aproximadamente 30°C.

La composición de transferencia de calor y los refrigerantes de la invención, incluyendo en particular cada uno de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona para su uso en un sistema de refrigeración de temperatura media, en donde el sistema de refrigeración de temperatura media se usa preferiblemente para enfriar alimentos o bebidas, tal como en un refrigerador o un enfriador de botellas. El sistema generalmente tiene un evaporador de aire a refrigerante para enfriar la comida o bebida, un compresor alternativo, de rotor espiral o de tornillo o rotativo, un condensador de aire a refrigerante para intercambiar calor con el aire del ambiente y una válvula de expansión térmica o electrónica.

La composición de transferencia de calor y los refrigerantes de la invención, incluyendo en particular cada uno de los Refrigerantes 1 - 23, Refrigerantes 1NF - 23NF, Refrigerantes 1GWP150 - 23GWP150, Refrigerantes 1NFGWP150 - 23NFGWP150, Refrigerantes 1GWP5 - 12GWP5 y Refrigerantes 1NFGWP5 - 12NFGWP5, se proporciona para su uso en un sistema de refrigeración de temperatura baja, en donde dicho sistema de refrigeración de temperatura baja se usa preferiblemente en un congelador o en una máquina de hacer hielo. El sistema generalmente tiene un evaporador de aire a refrigerante para enfriar la comida o bebida, un compresor alternativo, de rotor espiral o rotativo, un condensador de aire a refrigerante para intercambiar calor con el aire del ambiente y una válvula de expansión térmica o electrónica.

**Ejemplos**

Las composiciones refrigerantes identificadas en la Tabla 1A y en la Tabla 1B dadas a continuación se analizaron como se describe en la presente invención. Cada composición se sometió a un análisis termodinámico para determinar su capacidad para igualar las características operativas del R-134a en varios sistemas de refrigeración. El análisis se realizó usando datos experimentales recopilados para sus propiedades de varios pares binarios de componentes usados en la composición. El comportamiento del equilibrio vapor/líquido del CF<sub>3</sub>I se determinó y estudió en una serie de pares binarios con cada uno de HFCO-1233zd(E), HFO-1234ze(E) y HFC-227ea. El comportamiento del equilibrio líquido-vapor del CF<sub>3</sub>I se estudió en una serie de pares binarios con HFCO-1233zd(E) y HFC-227ea. También se estudió el comportamiento del equilibrio vapor-líquido de los pares binarios de HFCO-1233zd(E) y HFC-227ea. La composición de cada par binario se varió sobre una serie de porcentajes relativos en la evaluación experimental y los parámetros de mezcla para cada par binario se revirtieron a los datos obtenidos experimentalmente. Los datos para los componentes individuales están disponibles en el programa de Base de Datos de Propiedades de Transporte y Termodinámicas de Fluidos de Referencia del National Institute of Science and Technology (NIST, por sus siglas en inglés) (Refprop 9.1NIST Standard Database 2013) y eran como los necesarios en los Ejemplos. Los parámetros seleccionados para realizar el análisis fueron: mismo desplazamiento del compresor para todos los refrigerantes, mismas condiciones de operación para todos los refrigerantes, misma eficiencia isoentrópica y volumétrica del compresor para todos los refrigerantes. En cada Ejemplo, se realizaron simulaciones usando los datos del equilibrio líquido-vapor medidos. Los resultados de la simulación se recogen para cada Ejemplo.

Tabla 1A: Refrigerantes de la invención

Refrigerante	R1234ze(E) (% en peso)	R1233zd(E) (% en peso)	CF <sub>3</sub> I (% en peso)
A1	78,0%	1,0%	21,0%
A2	77,0%	2,0%	21,0%
A3	78,0%	2,0%	20,0%
A4	80,0%	2,0%	18,0%
A5	82,0%	2,0%	16,0%
A6	83,0%	2,0%	15,0%

Tabla 1B: Refrigerantes de la invención

Refrigerante	R1234ze(E) (% en peso)	R1233zd(E) (% en peso)	HFC-227ea (% en peso)	CF <sub>3</sub> I (% en peso)
B1	87,0%	2,0%	4,4%	6,6%
B2	84,0%	2,0%	4,4%	9,6%
B3	81,0%	2,0%	4,4%	12,6%
B4	78,0%	2,0%	4,4%	15,6%

B5	75,0%	2,0%	4,4%	18,6%
----	-------	------	------	-------

Ejemplo 1A: Deslizamiento termodinámico

En los sistemas que contienen evaporadores de expansión directa, el fabricante del evaporador generalmente establece un límite de diseño de una caída de presión equivalente a una pérdida de 1°C a 2°C en la temperatura de saturación desde la entrada a la salida del evaporador (Encyclopedia of Two Phase Heat Transfer and Flow I, John T Thome, capítulo 6, página 144).

La temperatura de saturación en el evaporador tiende a aumentar para refrigerantes con deslizamiento. Este aumento de temperatura es igual al deslizamiento del refrigerante en el evaporador. La variación de temperatura real en el evaporador es el efecto neto de ambos procesos. Por lo tanto, un refrigerante con un deslizamiento de menos de 2°C en el evaporador tendrá una temperatura casi constante en el evaporador. Esto conducirá a un diseño del intercambiador de calor muy eficiente, especialmente para aplicaciones tales como bombas de calor reversibles donde el flujo del refrigerante cambia de dirección en el intercambiador de calor, según el modo de operación (es decir, calefacción o refrigeración).

El deslizamiento termodinámico se determinó midiendo experimentalmente los parámetros de interacción con los pares binarios de los refrigerantes (HFO-1234ze(E)/HFCO-1233zd(E), HFO-1234ze(E)/CF<sub>3</sub>I, HFCO-1233zd(E)/CF<sub>3</sub>I) y usando NIST Refprop 9.1 para calcular la diferencia en las temperaturas de burbuja (líquido) y de rocío (vapor).

El deslizamiento observado fue inesperadamente inferior al previsto por la base de datos NIST Refprop 9.1, que usa parámetros de interacción estimados (sin datos experimentales) entre los pares binarios.

Tabla 2: Deslizamiento termodinámico del Refrigerante A2

Temperatura (°C)	Mezcla A2 (R1234ze(E)/R1233zd(E)/CF <sub>3</sub> I 78%/2%/20%)	
	Deslizamiento termodinámico con interacción binaria modelada (°C)	Deslizamiento termodinámico con interacción binaria determinada experimentalmente (°C)
40	1,8	1,3
10	2,4	1,7
0	2,6	1,8
-10	2,9	2,0

Los datos anteriores demuestran que las composiciones reivindicadas tienen un deslizamiento menor que el previsto por el modelado sin tener en cuenta la interacción impredecible entre los tres componentes de la mezcla.

Ejemplo 1B: Deslizamiento termodinámico

Se repite el procedimiento del Ejemplo 1A excepto para la composición B2. El deslizamiento termodinámico se determinó midiendo experimentalmente los parámetros de interacción con los pares binarios de los refrigerantes (HFO-1234ze(E)/HFCO-1233zd(E), HFO-1234ze(E)/CF<sub>3</sub>I, HFO-1234ze(E)/HFC-227ea, HFCO-1233zd(E)/CF<sub>3</sub>I, HFC-227ea/CF<sub>3</sub>I, HFCO-1233zd(E)/HFC-227ea) y usando NIST Refprop 9.1 para calcular la diferencia en las temperaturas de burbuja (líquido) y de rocío (vapor).

El deslizamiento observado fue inesperadamente inferior al previsto por la base de datos NIST Refprop 9.1, que usa parámetros de interacción estimados (sin datos experimentales) entre los pares binarios.

Tabla 2: Deslizamiento termodinámico del Refrigerante B2

Temperatura (°C)	Mezcla B2 (R1234ze(E)/R227ea/CF <sub>3</sub> I/R1233zd(E) 84%/4,4%/9,6%/2%)	
	Deslizamiento termodinámico con interacción binaria modelada (°C)	Deslizamiento termodinámico con interacción binaria determinada experimentalmente (°C)
40	1,4	1,1
10	1,9	1,4
0	2,0	1,5

-10	2,2	1,6
-----	-----	-----

Los datos anteriores demuestran que las composiciones reivindicadas tienen un deslizamiento menor que el previsto por el modelado sin tener en cuenta la interacción impredecible entre los cuatro componentes de la mezcla.

Ejemplo 2A: Inflamabilidad

5 Se sabe que ambos FC<sub>3</sub>I y HFCO-1233zd(E) son refrigerantes no inflamables, y que pueden actuar para suprimir la inflamabilidad de las mezclas refrigerantes que contienen componentes inflamables.

10 Como se establece en la Tabla 3A dada a continuación, una composición binaria que contiene HFO-1234ze(E) y CF<sub>3</sub>I requiere al menos un 35% de FC<sub>3</sub>I para hacer que la composición sea no inflamable. Además, una composición binaria que contiene HFCO-1233zd(E) y HFO-1234ze(E) requiere al menos un 31% de HFCO-1233zd(E) para que la composición sea no inflamable.

Sin embargo, los inventores han encontrado sorprendentemente que cuando se usan CF<sub>3</sub>I y HFCO-1233zd(E), la composición requiere mucho menos de estos componentes para ser no inflamable. Por ejemplo, una composición que contenga un 20% de una combinación de HFCO-1233zd(E) y CF<sub>3</sub>I es no inflamable.

Tabla 3A: Evaluación de la inflamabilidad

Refrigerante	Inflamabilidad	% R1234ze(E)	% R1233zd(ES)	% CF <sub>3</sub> I
Comparativo C1	No inflamable	69%	31%	-
Comparativo C2	No inflamable	65%	-	35%
A3	No inflamable	80%	2%	18%

15

Ejemplo 2B: Inflamabilidad

Se sabe que HFC-227ea, FC<sub>3</sub>I y HFCO-1233zd(E) son refrigerantes no inflamables. FC<sub>3</sub>I y HFCO-1233zd(E) pueden actuar para suprimir la inflamabilidad de las mezclas refrigerantes que contienen componentes inflamables.

20 Como se establece en la Tabla 3B dada a continuación, una composición binaria que contiene HFO-1234ze(E) y CF<sub>3</sub>I requiere al menos un 35% de FC<sub>3</sub>I para hacer que la composición sea no inflamable. Además, una composición binaria que contiene HFCO-1233zd(E) y HFO-1234ze(E) requiere al menos un 31% de HFCO-1233zd(E) para que la composición sea no inflamable.

25 Si bien una composición binaria de R-227ea y R1234ze(E) requiere un 12% de R227ea para hacer que la composición sea no inflamable, esta composición tiene un GWP de 403 y, por lo tanto, no cumple con los requisitos de las realizaciones preferidas de la invención, es decir, una composición no inflamable con un GWP de menos de 150.

30 Sin embargo, los inventores han encontrado sorprendentemente que cuando R227ea, CF<sub>3</sub>I y HFCO-1233zd(E) se usan con HFO1234ze(E), la composición requiere una cantidad mucho menor de estos componentes para que sea no inflamable, en comparación con el uso de CF<sub>3</sub>I o HFCO-1233zd(E) solo. Por ejemplo, una composición que contiene el 15% de una combinación de HFCO-1233zd(E) y CF<sub>3</sub>I es no inflamable, mientras que al mismo tiempo tiene un GWP de menos de 150.

Tabla 3: Evaluación de la inflamabilidad

Refrigerante	Inflamabilidad	% R1234ze(E)	% R1233zd(ES)	% CF <sub>3</sub> I	% R227ea
Comparativo C1	No inflamable	69%	31%	-	
Comparativo C2	No inflamable	65%	-	35%	
Comparativa C3	No inflamable	88%	-	-	12%
B2	No inflamable	84%	2%	9,6%	4,4%

Ejemplo 3: Rendimiento

Ejemplo 3A: Rendimiento en un sistema de refrigeración en cascada de CO<sub>2</sub>

5 Los sistemas en cascada se usan generalmente en aplicaciones donde hay una gran diferencia de temperatura (por ejemplo, aproximadamente 60-80°C, tal como aproximadamente 70-75°C) entre la temperatura ambiente y la temperatura de la vitrina (por ejemplo, la diferencia de temperatura entre el aire-lado del condensador en la etapa alta, y el aire-lado del evaporador en la etapa baja). Por ejemplo, se puede usar un sistema en cascada para congelar productos en un supermercado.

En el siguiente Ejemplo, se probaron las composiciones ejemplares de la invención como el refrigerante en la etapa alta de un sistema de refrigeración en cascada. El refrigerante usado en la etapa baja del sistema fue dióxido de carbono. En la Figura 4 se muestra un esquema de un sistema en cascada ejemplar y los resultados se recogen en la Tabla 4A.

10 Condiciones de operación:

1. Temperatura de condensación= 45°C
2. Temperatura de condensación - Temperatura ambiente = 10°C
3. Subenfriamiento del condensador = 0,0°C (sistema con receptor)
4. Temperatura de evaporación = -30°C, correspondiente a una temperatura de la vitrina = -18° C

15 5. Sobrecalentamiento del evaporador = 3,3°C

6. Eficiencia isoentrópica del compresor = 65%
7. Eficiencia volumétrica = 100%
8. Aumento de la temperatura en la línea de succión de la etapa baja = 15°C
9. Aumento de temperatura en la línea de succión de la etapa alta = 10°C

20 10. Temperatura de condensación del CO<sub>2</sub> en el intercambiador de calor intermedio =15°C, 20°C y 25°C

11. Recalentamiento del intercambiador de calor intermedio = 3,3°C
12. Diferencia de temperatura en el intercambiador de calor intermedio = 8°C

Tabla 4: Rendimiento en el sistema de refrigeración en cascada de CO<sub>2</sub>

Refrigerante	Eficiencia a Tcond=15°C	Eficiencia a Tcond=20°C	Eficiencia a Tcond=25°C
R134a	100%	100%	100%
A1	100%	101%	101%
A2	100%	101%	101%
A3	100%	101%	101%
A4	100%	101%	101%
A5	100%	101%	101%
A6	100%	101%	101%

• La Tabla 4A muestra el rendimiento de los refrigerantes A1 a A5 en el lado alto de un sistema de refrigeración en cascada

• Las composiciones A1 a A5 igualan la eficiencia del R134a para diferentes temperaturas de condensación del ciclo de etapa baja

25 Ejemplo 3B: Sistema de refrigeración en cascada de CO<sub>2</sub>

Se repite el Ejemplo 3A excepto que se usan las composiciones B1 - B5 y con el ajuste de las condiciones de operación como se indica a continuación:

Condiciones de operación:

1. Temperatura de condensación = 45°C

- 2. Temperatura de condensación - Temperatura ambiente = 10°C
- 3. Subenfriamiento del condensador = 0,0°C (sistema con receptor)
- 4. Temperatura de evaporación = -30°C, correspondiente a una temperatura de la vitrina = -18° C
- 5. Sobrecalentamiento del evaporador = 3,3°C
- 5 6. Eficiencia isentrópica del compresor = 65%
- 7. Eficiencia volumétrica = 100%
- 8. Aumento de temperatura en la línea de succión de la etapa baja = 15°C
- 9. Aumento de temperatura en la línea de succión de la etapa alta = 10°C
- 10. Temperatura de condensación del CO<sub>2</sub> en el intercambiador de calor intermedio =15°C, 20°C y 25°C
- 10 11. Sobrecalentamiento del intercambiador de calor intermedio = 3,3°C
- 12. Diferencia de temperatura en el intercambiador de calor intermedio = 8°C

Los resultados se presentan en la Tabla 4B dada a continuación.

Tabla 4B. Rendimiento en el sistema de refrigeración en cascada de CO<sub>2</sub>

Refrigerante	Eficiencia a Tcond=15°C	Eficiencia a Tcond=20°C	Eficiencia a Tcond=25°C
R134a	100%	100%	100%
B1	100%	100%	101%
B2	100%	100%	101%
B3	100%	100%	101%
B4	100%	100%	101%
B5	100%	100%	101%

• La Tabla 4B muestra el rendimiento de refrigerantes ejemplares de la invención en un sistema de refrigeración en cascada.

• Las composiciones B1 a B5 igualan la eficiencia del R134a a temperaturas de condensación variables del ciclo de etapa baja.

- 15 Ejemplo 4A: Rendimiento en calentadores de agua con bomba de calor de aire-fuente con intercambiador de calor línea de succión/línea de líquido

Las composiciones de la invención se pueden usar en un sistema hidrónico/bomba de calor de aire a agua residencial. Un sistema hidrónico/bomba de calor aire a agua residencial se usa generalmente para suministrar agua caliente (teniendo dicha agua una temperatura de, por ejemplo, aproximadamente 50°C) a edificios para calefacción por suelo radiante o en aplicaciones similares en el invierno. El sistema hidrónico generalmente tiene un evaporador de tubos redondos, placas y aletas o de microcanales para intercambiar calor con el aire del ambiente, un compresor alternativo o rotativo, un condensador de placas para calentar el agua y una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente -20 a aproximadamente 3°C. La temperatura de condensación está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 50 a aproximadamente 90°C.

En el siguiente Ejemplo, se probaron composiciones ejemplares de la invención en un sistema de calentador de agua de bomba de calor, con y sin intercambiador de calor de línea de succión/línea de líquido. En la Figura 2 se muestra un esquema de un sistema de calentador de agua de bomba de calor, con un intercambiador de calor de línea de succión/línea de líquido y los resultados se recogen en la Tabla 5A dada a continuación.

- 30 Condiciones de operación:

- 1. Temperatura de condensación = 55°C

## ES 2 908 787 T3

2. Temperatura de entrada del agua = 45°C, temperatura de salida del agua = 50°C
3. Subenfriamiento del condensador = 5,0°C
4. Temperatura de evaporación = -5°C, correspondiente a una temperatura del ambiente = 10°C
5. Sobrecalentamiento del evaporador = 3,5°C
- 5 6. Eficiencia isentrópica del compresor = 60%
7. Eficiencia volumétrica = 100%
8. Aumento de la temperatura en la línea de succión = 5°C
9. Efectividad del intercambiador de calor de la línea de succión/línea de líquido: 0%, 35%, 55%, 75%

Tabla 5A. Rendimiento en calentadores de agua con bomba de calor con SL/LL HX

Refrigerante	Sin SL-LL HX		SL-LL HX Ef. 35%		SL-LL HX Ef. 55%		SL-LL HX Ef. 75%	
	Eficiencia	Temp. de descarga del compr. (°C)	Eficiencia	Temp. de descarga del compr. (°C)	Eficiencia	Temp. de descarga del compr. (°C)	Eficiencia	Temp. de descarga del compr. (°C)
R134a	100%	92,5	100%	117,9	100%	123,7	100%	134,8
A1	100%	84,9	101%	110,3	101%	115,7	102%	126,7
A2	100%	85,4	101%	110,4	101%	116,0	102%	126,9
A3	100%	85,2	101%	110,3	101%	115,8	102%	126,7
A4	100%	85,0	101%	110,1	101%	115,6	102%	126,5
A5	100%	84,8	101%	109,8	101%	115,3	102%	126,2
A6	100%	84,6	101%	109,7	101%	115,2	102%	126,1

- La Tabla 5A muestra el rendimiento de los refrigerantes en un calentador de agua con bomba de calor con y sin intercambiador de calor de línea de succión/línea de líquido (SL/LL HX)
- Las composiciones A1 a A5 muestran una mayor eficiencia que para el R134a cuando se emplea un intercambiador de calor SL/LL
- Las composiciones A1 a A5 muestran una temperatura de descarga más baja que la del R134a, lo que indica una mejor fiabilidad para el compresor.

10

Ejemplo 4B: Rendimiento en calentadores de agua con bomba de calor aire-fuente con intercambiador de calor de línea de succión/línea de líquido

Se repite el Ejemplo 4B excepto que se usan las composiciones B1 - B5, y los resultados se presentan en la Tabla 5B dada a continuación:

15

Tabla 5B. Rendimiento en calentadores de agua con bomba de calor con SL/LL HX

Refrigerante	Sin SL-LL HX		SL-LL HX Ef. 35%		SL-LL HX Ef. 55%		SL-LL HX Ef. 75%	
	Eficiencia	Temp. de descarga del compr. (°C)	Eficiencia	Temp. de descarga del compr. (°C)	Eficiencia	Temp. de descarga del compr. (°C)	Eficiencia	Temp. de descarga del compr. (°C)
R134a	100%	92,5	100%	117,9	100%	123,7	100%	134,8
B1	100%	82,8	101%	108,0	101%	113,3	102%	124,2
B2	100%	83,1	101%	108,3	101%	113,6	102%	124,5
B3	100%	83,5	101%	108,6	101%	114,0	102%	124,9
B4	100%	83,9	101%	108,9	101%	114,4	102%	125,2
B5	100%	84,2	101%	109,2	101%	114,7	102%	125,6

• La Tabla 5B muestra el rendimiento de refrigerantes ejemplares de la invención en un calentador de agua con bomba de calor con y sin intercambiador de calor de línea de succión/línea de líquido (SL/LL HX)

• Las composiciones B1 a B5 muestran la misma eficiencia (COP) que el R134a en el sistema sin intercambiador de calor SL/LL, y una mejor eficiencia (COP) que el R134a cuando se emplea un intercambiador de calor SL/LL

• Las composiciones B1 a B5 muestran una temperatura de descarga más baja que la del R134a, lo que indica una mejor fiabilidad para el compresor.

Ejemplo 5: Rendimiento en máquinas expendedoras con intercambiador de calor de línea de succión/línea de líquido

5 Las composiciones de la invención se pueden usar en sistemas de temperatura media. Un sistema de refrigeración de temperatura media se usa preferiblemente para enfriar alimentos o bebidas, tales como en un refrigerador o un enfriador de botellas, o en un supermercado para enfriar productos perecederos. El sistema generalmente tiene un evaporador de aire a refrigerante para enfriar la comida o bebida, un compresor alternativo o rotatorio, un condensador de aire a refrigerante para intercambiar calor con el aire del ambiente y una válvula de expansión térmica o electrónica. 10 La temperatura de evaporación del refrigerante está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente -12 a aproximadamente 0°C. La temperatura de condensación está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 40 a aproximadamente 70°C. Las máquinas expendedoras son un ejemplo de sistemas de refrigeración de temperatura media.

15 En el siguiente Ejemplo, se probaron las composiciones ejemplares de la invención en un sistema de máquina expendedora, con y sin intercambiador de calor de línea de succión/línea de líquido, y los resultados se muestran en la Tabla 6 dada a continuación.

Condiciones de operación:

1. Temperatura de condensación = 45°C
2. Temperatura de condensación - Temperatura ambiente = 10°C
3. Subenfriamiento del condensador = 5,5°C
- 20 4. Temperatura de evaporación = -8°C, correspondiente a una temperatura de la vitrina = 1,7°C
5. Sobrecalentamiento del evaporador = 3,5°C
6. Eficiencia isentrópica del compresor = 60%
7. Eficiencia volumétrica = 100%
8. Aumento de la temperatura en la línea de succión = 5°C
- 25 9. Efectividad del intercambiador de calor de la línea de succión/línea de líquido: 0%, 35%, 55%, 75%

Tabla 6: Rendimiento en máquina expendedora con SL/LL HX

Refrigerante	Eficiencia al 0%	Eficiencia al 35%	Eficiencia al 55%	Eficiencia al 75%
R134a	100%	100%	100%	100%
A1	99%	101%	101%	102%
A2	99%	101%	101%	102%
A3	99%	101%	101%	102%
A4	99%	101%	101%	102%
A5	99%	101%	101%	102%
A6	99%	101%	101%	102%

• La Tabla 6 muestra el rendimiento de los refrigerantes en un sistema de máquina expendedora con y sin intercambiador de calor de línea de succión/línea de líquido (SL/LL HX)

Las composiciones A1 a A5 muestran una eficiencia mayor que la del R134a cuando se emplea un intercambiador de calor SL/LL.

- 5 Ejemplo 6: Sistema de refrigeración de temperatura media con intercambiador de calor de línea de succión/Línea de líquido (SL/LL).

10 Las composiciones de la invención se pueden usar en sistemas de temperatura media. Un sistema de refrigeración de temperatura media se usa preferiblemente para enfriar alimentos o bebidas, tal como en un refrigerador o un enfriador de botellas, o en un supermercado para enfriar productos perecederos. El sistema generalmente tiene un evaporador de aire a refrigerante para enfriar la comida o bebida, un compresor alternativo o rotatorio, un condensador de aire a refrigerante para intercambiar calor con el aire del ambiente y una válvula de expansión térmica o electrónica. La temperatura de evaporación del refrigerante está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente -12 a aproximadamente 0°C. La temperatura de condensación está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 40 a aproximadamente 70°C.

- 15 En el siguiente Ejemplo, se probaron composiciones ejemplares de la invención en un sistema de refrigeración de temperatura media, con y sin intercambiador de calor de línea de succión/línea de líquido. En la Figura 1 se muestra un esquema de un sistema de refrigeración de temperatura media, con un intercambiador de calor de línea de succión/línea de líquido y los resultados se recogen en la Tabla 7 dada a continuación.

Condiciones de operación:

- 20 1. Temperatura de condensación = 45°C  
 2. Temperatura de condensación - Temperatura ambiente = 10°C  
 3. Subenfriamiento del condensador= 0,0°C (sistema con receptor)  
 4. Temperatura de evaporación = -8°C, correspondiente a una temperatura de la vitrina = 1,7°C  
 5. Sobrecalentamiento del evaporador = 5,5°C  
 25 6. Eficiencia isentrópica del compresor = 65%  
 7. Eficiencia volumétrica= 100%  
 8. Aumento de la temperatura en la línea de succión = 10°C  
 9. Efectividad del intercambiador de calor de la línea de succión/línea de líquido: 0%, 35%, 55%, 75%

Tabla 7. Rendimiento en un sistema de refrigeración de temperatura media con SL/LL HX

Refrigerante	Eficiencia al 0%	Eficiencia al 35%	Eficiencia al 55%	Eficiencia al 75%
R134a	100%	100%	100%	100%
B1	100%	101%	101%	102%
B2	100%	101%	101%	102%
B3	100%	101%	101%	102%
B4	100%	101%	101%	102%
B5	100%	101%	101%	102%

• La Tabla 4 muestra el rendimiento de refrigerantes ejemplares de la invención en un sistema de refrigeración de temperatura media en comparación con el del R134a

• Las composiciones B1 a B5 muestran la misma eficiencia (COP) que la del R134a en el sistema sin intercambiador de calor de SL/LL, y una mejor eficiencia (COP) que la del R134a cuando se emplea un intercambiador de calor de SL/LL.

Ejemplo Comparativo C1: Sistema en cascada comparativo 1B

5 La Tabla C1 dada a continuación muestra los resultados de un sistema de refrigeración en cascada descrito con referencia a la Figura 1B con y sin subenfriador mecánico en donde el refrigerante en el circuito secundario y en el circuito primario es R404A.

Tabla C1

Sistemas	Temp. media (2º circuito de refrigeración)	Temp. baja (1º circuito de refrigeración)	Potencia [kW]	Capacidad [kW]	COP [-]	% de COP relativa de R404A (% de R404A con subenfriador mecánico)
Ejemplo Comparativo	R404A		54,8	100	1,823487	100%
Ejemplo Comparativo con subenfriador mecánico			49,6	100	2,016129	110,6% (100%)

10 La Tabla C1 anterior incluye información sobre el coeficiente de rendimiento (COP) de cada sistema. El COP es la relación entre la salida de enfriamiento útil del sistema y la entrada de trabajo al sistema. COP más altos equivalen a costos operativos más bajos. El COP relativo es el COP relativo al sistema de refrigeración del ejemplo comparativo sin subenfriamiento.

Ejemplo 7: Sistema en cascada 2

15 La Tabla 8 dada a continuación muestra los resultados de un sistema de refrigeración en cascada descrito en referencia a la Figura 2 con y sin subenfriador mecánico en el que el refrigerante en el circuito secundario es cada uno de los refrigerantes A2 y B2 como se describen anteriormente y en el que el refrigerante en el circuito primario es el R404A. Los resultados se presentan en la Tabla 8 dada a continuación, repitiéndose los resultados del Ejemplo Comparativo 1 en la Tabla por conveniencia.

Tabla 8

Sistemas	Temp. media (2º circuito de refrigeración)	Temp. baja (1º circuito de refrigeración)	Potencia [kW]	Capacidad [kW]	COP [-]	% de COP relativa de R404A (% de R404A con subenfriador mecánico)
Ejemplo Comparativo (Figura 1B)	R404A		54,8	100	1,82	100%
Ejemplo Comparativo con subenfriador mecánico (Figura 1B)			49,6	100	2,02	110,6% (100%)
Ejemplo 7 (Figura 2)	A2	R744	46,6	100	2,14	117,6% (106,3%)
	B2	R744	46,8	100	2,14	117,2% (106,0%)

5 A partir de la Tabla 8 está claro que el circuito de refrigeración en cascada que usa los refrigerantes A2 y B2 de la presente invención en el circuito secundario según el sistema en cascada 2 (Figura 2) logra el consumo de energía más bajo y el mejor COP en comparación con los sistemas comparativos.

Los resultados que se muestran en las Tablas C1 y 8 se basan en las siguientes suposiciones, donde MT significa temperatura media (segundo circuito de refrigeración) y LT significa temperatura baja (primer circuito de refrigeración) y las unidades son las indicadas.

- Distribución de la carga
  - 10 ○ LT: 1/3 (33.000 W)
  - MT: 2/3 (67.000 W)
- Eficiencia volumétrica: 95% tanto para MT como para LT
- Eficiencia isentrópica
  - R404A: MT/LT, 0,72/0,68
- 15 Temperatura de condensación: 40,5°C (105°F)
- Temperatura de evaporación MT: -6,6°C (20°F) (-5,5°C (22°F) para unidades autocontenidas debido a una menor caída de presión)
  - Temperatura de evaporación LT: -31,6°C (-25°F)
  - Sobrecalentamiento del evaporador: -12,2°C (10°F)
- 20 • Aumento de la temperatura de la línea de succión
  - Ejemplo comparativo: MT: -3,8°C (25°F); LT: 10°C (50°F)
  - Cascada/Autocontenidas: MT: -12,2°C (10°F); LT: -3,8°C (25°F) (las unidades autocontenidas tienen líneas más cortas y, por lo tanto, menos infiltración de calor)
  - Cascada/Bombeada: MT: -12,2°C (10°F); LT: -3,8°C (25°F)
- 25 • Temperatura de salida del subenfriador mecánico: 10°C (50°F)

Ejemplo 8: Sistema en cascada 2 con intercambiador de calor de línea de líquido/línea de succión

5 La Tabla 9 dada a continuación muestra los resultados de un sistema de refrigeración en cascada descrito en referencia a la Figura 2 con y sin subenfriador mecánico pero que además tiene un SLHX instalado en el segundo circuito de refrigeración, siendo el refrigerante en el circuito secundario en un caso el refrigerante A2 y en el otro caso el refrigerante B2 como se ha descrito anteriormente y en donde el refrigerante en el circuito primario es el R404A. Los resultados se presentan en la Tabla 9 dada a continuación, repitiéndose los resultados del Ejemplo Comparativo 1 en la Tabla por conveniencia.

Tabla 8

Sistemas	Temp. media (2º circuito de refrigeración)	Temp. baja (1º circuito de refrigeración)	Potencia [kW]	Capacidad [kW]	COP [-]	% de COP relativa de R404A (% de R404A con subenfriador mecánico)
Ejemplo Comparativo (Figura 1B)	R404A		54,8	100	1,82	100%
Ejemplo Comparativo con subenfriador mecánico (Figura 1B)			49,6	100	2,02	110,6% (100%)
Ejemplo 7 (Figura 2)	A2	R744	43,97	100	2,27	124,7% (112,8%)
	B2	R744	43,98	100	2,27	124,7% (112,8%)

10 A partir de la Tabla 8 queda claro que el circuito de refrigeración en cascada que usa los refrigerantes A2 y B2 de la presente invención en el circuito secundario según el sistema en cascada 2 (Figura 2) y un intercambiador de calor de línea de líquido/línea de succión (SLHX) logra el menor consumo de energía y el mejor COP en comparación con los sistemas comparativos y con el sistema de la Figura 2 pero sin el SLHX.

15 Los resultados que se muestran en las Tablas C1 y 8 se basan en las siguientes suposiciones, donde MT significa temperatura media (segundo circuito de refrigeración) y LT significa temperatura baja (primer circuito de refrigeración) y las unidades son las indicadas.

Distribución de la carga

- LT: 1/3 (33.000 W)
  - MT: 2/3 (67.000 W)
- 20
- Eficiencia volumétrica: 95% tanto para MT como para LT
  - Eficiencia isentrópica
  - R404A: MT/LT, 0,72/0,68
  - Temperatura de condensación: 40,5°C (105°F)
- 25
- Temperatura de evaporación MT: -6,6°C (20°F) (-5,5°C (22°F) para unidades autocontenidas debido a una menor caída de presión)
  - Temperatura de evaporación LT: -31,6°C (-25°F)
  - Sobrecalentamiento del evaporador: -12,2°C (10°F)
  - Aumento de la temperatura de la línea de succión

## ES 2 908 787 T3

- Ejemplo comparativo: MT: -3,8°C (25°F); LT: 10°C (50°F)
- Cascada/Autocontenidas: MT: -12,2°C (10°F); LT: -3,8°C (25°F) (las unidades autocontenidas tienen líneas más cortas y, por lo tanto, menos infiltración de calor)
- Cascada/Bombeada: MT: -12,2°C (10°F); LT: -3,8°C (25°F)

5 Temperatura de salida del subenfriador mecánico: 10°C (50°F)

**REIVINDICACIONES**

1. Un refrigerante que comprende al menos aproximadamente el 97% en peso de los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:
- del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),
- 5 de aproximadamente el 73% en peso a aproximadamente el 87% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),
- el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y
  - de aproximadamente el 6,6% en peso a aproximadamente el 20,6% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).
- 10 2. El refrigerante como se define en la reivindicación 1, que consiste esencialmente en, preferiblemente consiste en, los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:
- del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),
  - del 73% en peso al 87% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),
  - el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y del 6,6% en peso al 20,6% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I);
- 15 preferiblemente en donde el refrigerante consiste esencialmente en los siguientes cuatro compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:
- el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),
  - el 84% +/- 0,5% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)),
  - el 4,4% +/- 0,5% en peso de 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), y
- 20 el 9,6% +/- 0,5% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).
3. Un refrigerante que consiste esencialmente en al menos el 97% en peso de los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:
- del 1% en peso al 3% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),
  - del 77% en peso al 83% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y
- 25 del 15% en peso al 21% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).
4. El refrigerante como se define en la reivindicación 3 que consiste esencialmente en, preferiblemente consiste en, los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:
- del 1% en peso al 3% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),
  - del 77% en peso al 83% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y
- 30 del 15% en peso al 21% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I);
- preferiblemente en donde el refrigerante consiste esencialmente en los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:
- del 1% en peso al 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),
  - del 77% en peso al 83% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y
- 35 del 15% en peso al 21% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I);
- preferiblemente en donde el refrigerante consiste esencialmente en los siguientes tres compuestos, estando presente cada compuesto en los siguientes porcentajes relativos:
- el 2% +/- 0,5% en peso de trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (HFCO-1233zd(E)),
  - el 78% +/- 0,5% en peso de trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E)), y
- 40 el 20% +/- 0,5% en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).

5. Una composición de transferencia de calor que comprende un refrigerante de cualquiera reivindicación anterior, que preferiblemente consiste esencialmente en un refrigerante de cualquiera reivindicación anterior.
- 5 6. La composición de transferencia de calor de la reivindicación 5 que comprende además un lubricante, preferiblemente en la cantidad del 5 al 50% en peso, preferiblemente del 10 al 50% en peso, más preferiblemente del 10 al 20% en peso.
7. La composición de transferencia de calor de la reivindicación 6, en donde el lubricante comprende un éster de poliol (POE), un polialquilenglicol (PAG), un aceite de silicona, un aceite mineral, un alquilbenceno (AB), un éter de polivinilo (PVE) o una poli(alfa-olefina) (PAO), preferiblemente en donde el lubricante comprende un éster de poliol (POE).
- 10 8. La composición de transferencia de calor de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7 que comprende además un estabilizador, preferiblemente en la cantidad de desde el 0,0001% en peso a aproximadamente el 5% en peso, preferiblemente del 0,01% en peso a aproximadamente el 2% en peso, y más preferiblemente del 0,1% en peso a aproximadamente el 1% en peso.
- 15 9. La transferencia de calor de la reivindicación 8, en donde el estabilizador comprende un compuesto a base de dieno, un compuesto a base de fenol, un compuesto de fósforo, un compuesto de nitrógeno, un epóxido y combinaciones de los mismos.
10. Uso de una composición de transferencia de calor como se define en cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9 en refrigeración de temperatura baja, refrigeración de temperatura media, máquinas expendedoras, bombas de calor, deshumidificadores, enfriadores, acondicionamiento de aire y refrigeradores, y congeladores.
- 20 11. El uso de una composición de transferencia de calor como se define en la reivindicación 10 en refrigeración de temperatura baja.
12. El uso de una composición de transferencia de calor como se define en la reivindicación 10 en refrigeración de temperatura media.
13. El uso de una composición de transferencia de calor como se define en la reivindicación 10 en una bomba de calor.
- 25 14. El uso de una composición de transferencia de calor como se define en la reivindicación 10 en el acondicionamiento de aire.
15. El uso de una composición de transferencia de calor como se define en cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9 en el reemplazo del R-134a en un sistema de intercambio de calor existente que contiene el R-134a.

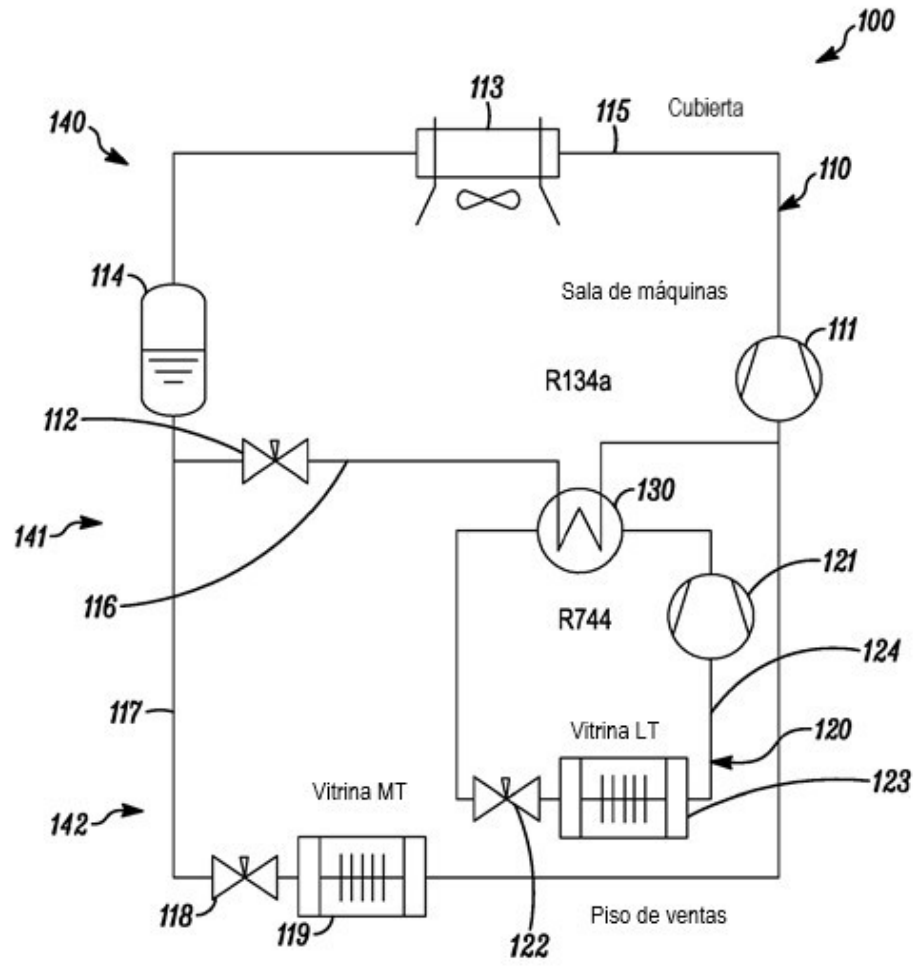


Fig. 1A

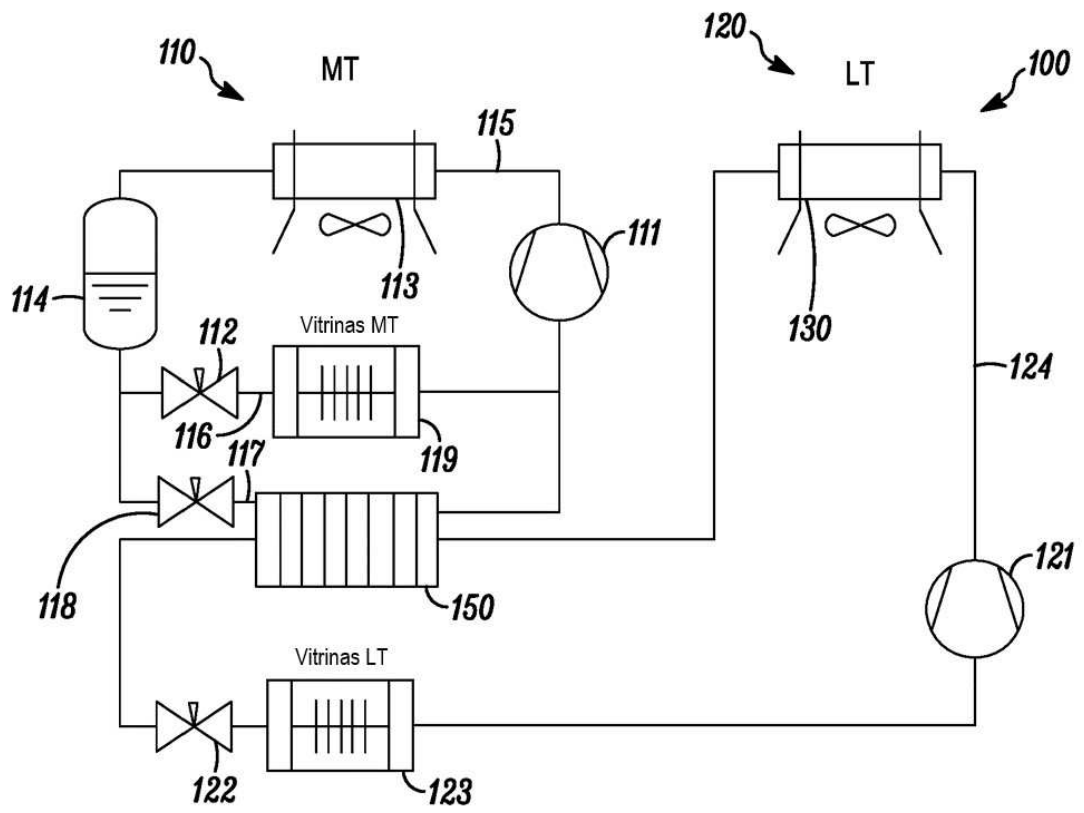


Fig. 1B

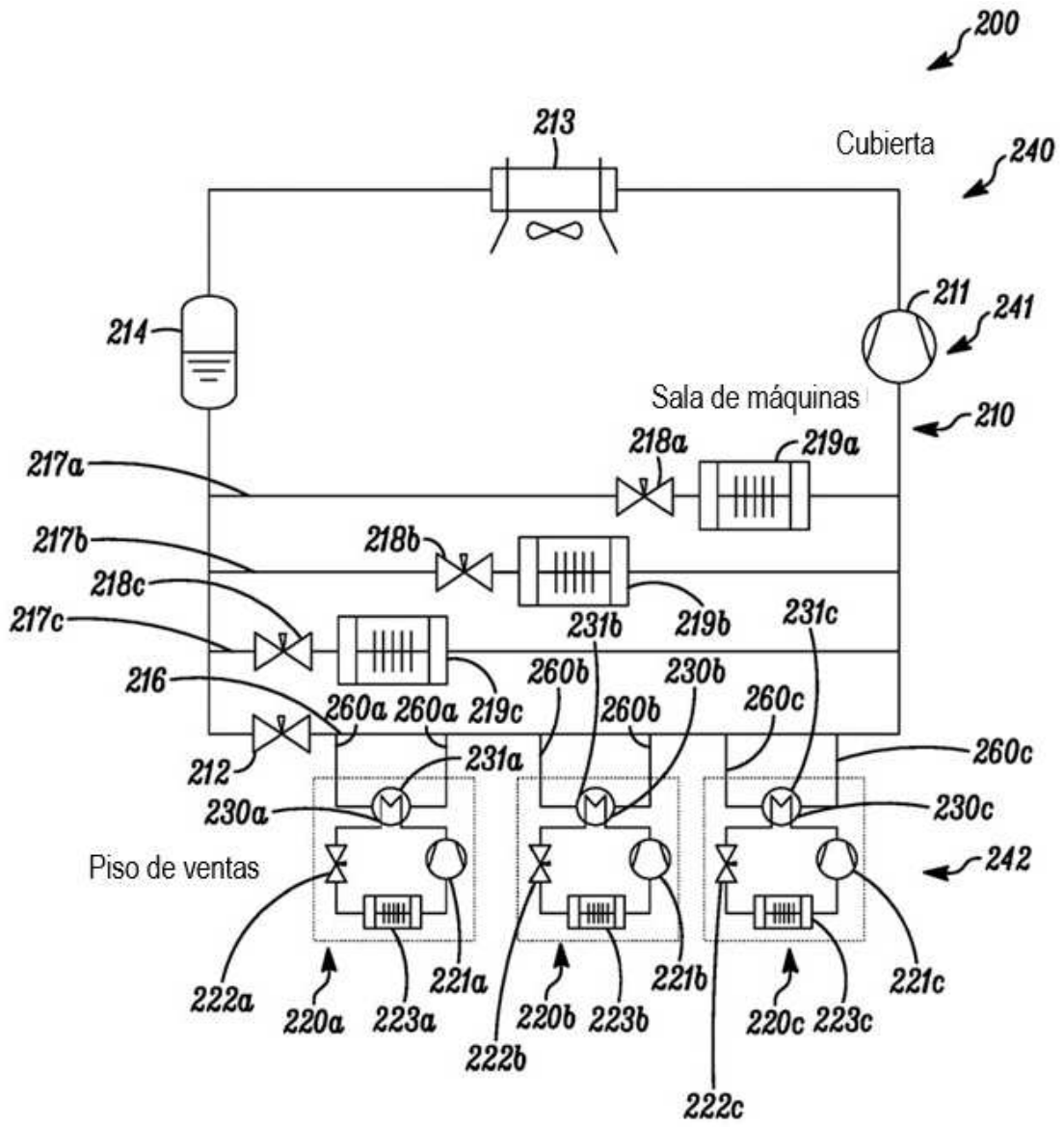


Fig. 2

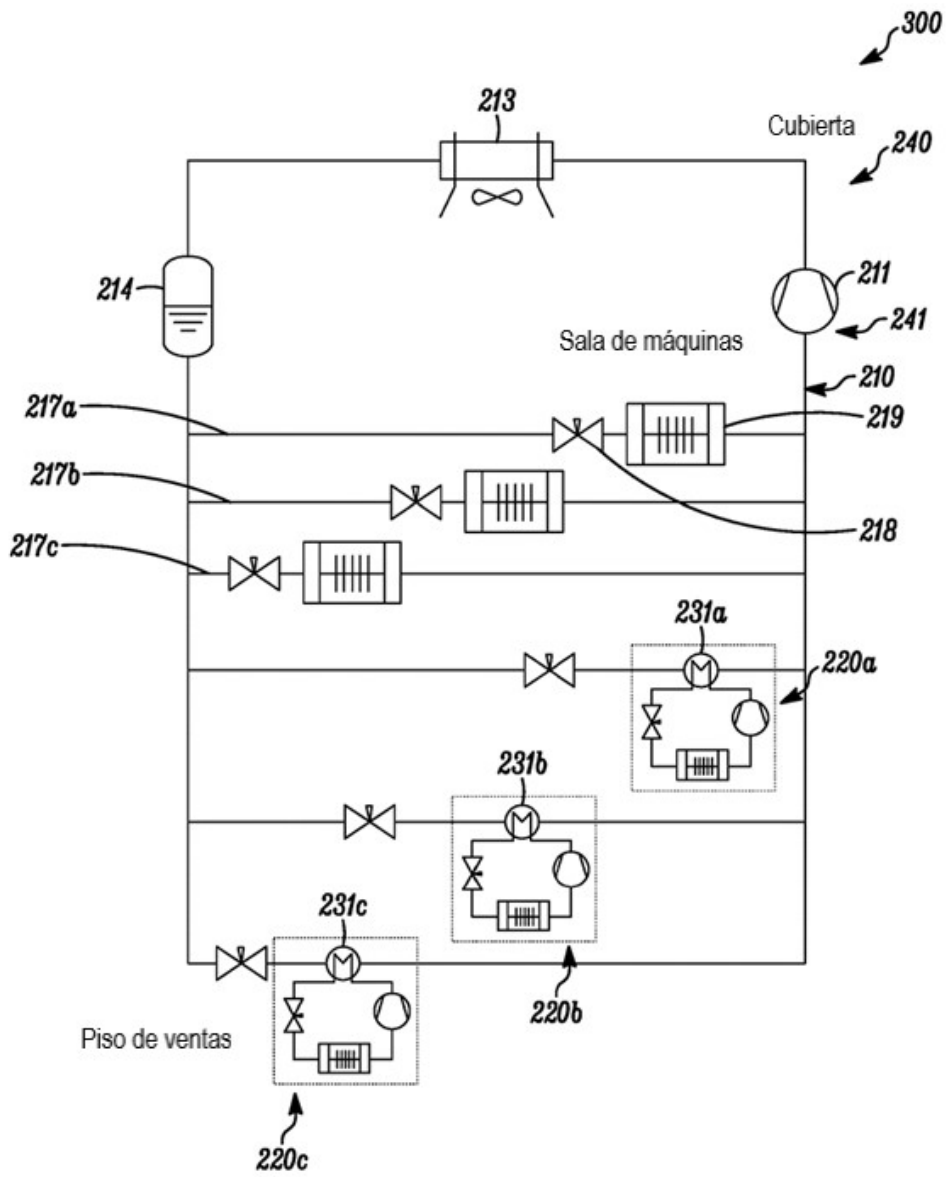


Fig. 3

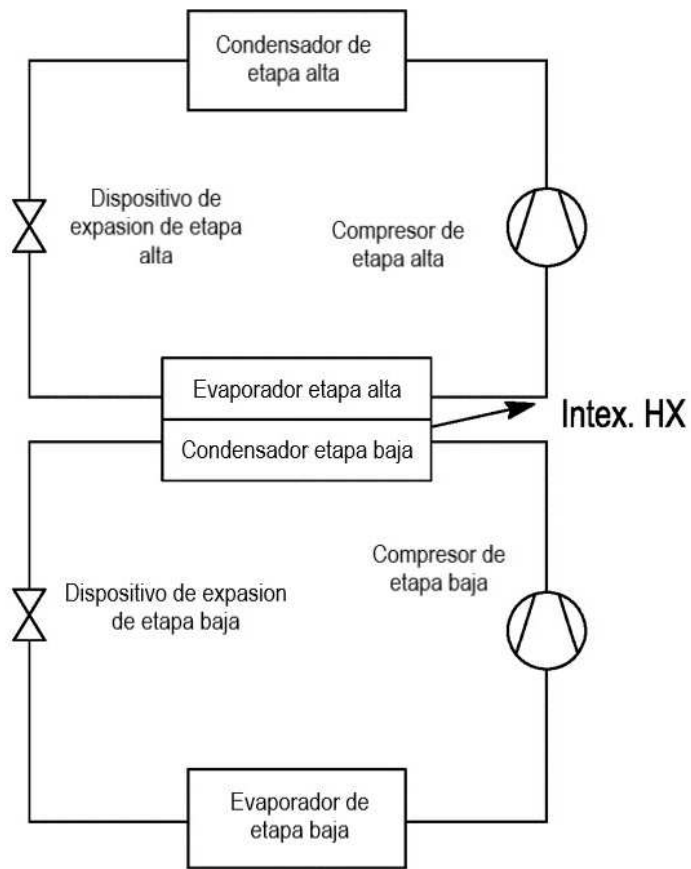


Fig. 4

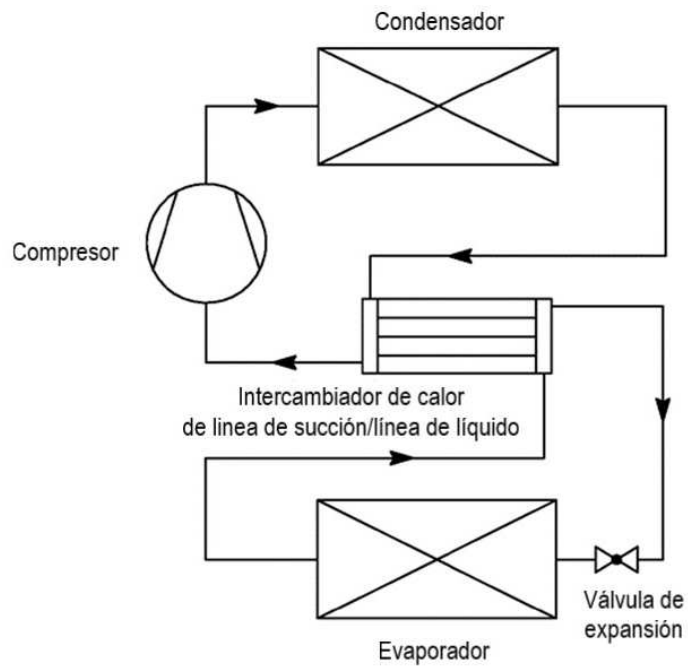


Fig. 5