

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 029 650**

51 Int. Cl.:

C09K 5/04 (2006.01)

C09K 3/30 (2006.01)

C11D 7/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2019** **PCT/GB2019/053202**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2020** **WO20099857**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2019** **E 19809545 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.04.2025** **EP 3880768**

54 Título: **Composiciones**

30 Prioridad:

12.11.2018 GB 201818411

11.02.2019 GB 201901889

14.08.2019 GB 201911609

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

24.06.2025

73 Titular/es:

MEXICHEM FLUOR S.A. DE C.V. (100.00%)

Eje 106 (sin número) Zona Industrial

San Luis Potosi, S.L.P. C.P. 78395, MX

72 Inventor/es:

LOW, ROBERT

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 029 650 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

Composiciones

- 5 La presente invención se refiere a composiciones y, más en particular, a composiciones refrigerantes que comprenden 1,1-difluoroetileno (R-1132a; fluoruro de vinilideno) y trifluoroyodometano (CF₃I) que son útiles como fluidos de trabajo en ciclos de compresión de vapor para aplicaciones de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor.
- 10 Se ha propuesto el uso del trifluoroyodometano (CF₃I) como refrigerante. El atractivo del CF₃I como componente refrigerante es que puede suprimir químicamente la inflamabilidad de los refrigerantes inflamables con los que se combina. Ya existen combinaciones que comprenden refrigerantes inflamables, tales como R-1234yf (2,3,3,3-tetrafluoropropeno) con refrigerantes no inflamables, tales como R-134a (1,1,1,2-tetrafluoroetano). Sin embargo, en ausencia de cualquier efecto químico de supresión de la llama, la inflamabilidad sólo puede mitigarse mediante dilución física con el refrigerante no inflamable. Esto significa que incluso un refrigerante débilmente inflamable como el R-1234yf debe mezclarse en proporciones casi 50/50 con el R-134a no inflamable. Además, ya que los refrigerantes fluorados no inflamables como R-134a y R-125 tienden a tener Potenciales de calentamiento global (PCG) altos, una mezcla no inflamable que comprende al menos un refrigerante de PCG bajo inflamable, como R-1234yf, y un refrigerante fluorado no inflamable seguirá teniendo un PCG relativamente alto en comparación con el del refrigerante inflamable solo. En Europa ya existen normativas que restringen la cantidad de refrigerantes de PCG alto que pueden usarse y están en trámite en la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal. Como resultado, es deseable encontrar mezclas y preferentemente mezclas no inflamables con PCG inferiores a los disponibles actualmente. El trifluoroyodometano tiene un PCG eficaz muy bajo, por lo que es potencialmente interesante para suprimir la inflamabilidad de cualquier refrigerante inflamable con el que se mezcle en mezclas refrigerantes binarias, ternarias y superiores.
- 25 El 1,1-difluoroetileno es un refrigerante inflamable de gran capacidad con un punto de ebullición de -83 °C. Está clasificado por ASHRAE en la clase de inflamabilidad 2 mediante el método de ensayo de la norma ASHRAE 34:2016.
- 30 Los refrigerantes no inflamables se han considerado tradicionalmente la clase de refrigerante más deseable y versátil, pero el creciente deseo de refrigerantes que tengan un PCG muy bajo significa que cada vez se aceptan más los refrigerantes que son inflamables, pero cuya inflamabilidad se reduce en comparación con refrigerantes altamente inflamables como el propano, o incluso en comparación con refrigerantes moderadamente inflamables. En particular, la industria está valorando el uso de refrigerantes clasificados como "débilmente inflamables" (2L) por la norma ASHRAE 34:2016. Varios fabricantes ofrecen ya equipos para aplicaciones de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor que usan refrigerantes de clase de inflamabilidad 2L. Los refrigerantes 2L se distinguen de otros refrigerantes moderadamente inflamables por presentar una velocidad de combustión baja, inferior a 10 cm/s.
- 35 Existe la necesidad de una composición de refrigerante no inflamable o débilmente inflamable con un PCG bajo que pueda funcionar eficientemente en ciclos de compresión de vapor para aplicaciones de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor. En particular, existe la necesidad de una composición refrigerante no inflamable o débilmente inflamable que aproveche las propiedades ventajosas del 1,1-difluoroetileno (R-1132a) y, en particular, su alta capacidad de refrigeración.
- 40 El documento US 2018/002586 se refiere a una composición refrigerante que comprende 1,1-difluoroetano (R-1132a); trifluorometano (R-23); y uno o más compuestos seleccionados de hexafluoroetano (R-116), etano (R-170) y dióxido de carbono (R-744, CO₂).
- 45 El documento GB 2516694 se refiere a una composición que comprende 1,1-difluoroetano (R-1132a); un segundo componente se selecciona del grupo que consiste en hexafluoroetano (R-116), etano (R-170) y mezclas de los mismos; y, opcionalmente, dióxido de carbono (CO₂, R-744).
- 50 El documento WO 2019/030508 se refiere a una composición que comprende 1,1-difluoroetano (R-1132a), difluorometano (R-32), 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf). Opcionalmente, la composición comprende también dióxido de carbono (CO₂, R-744) y/o 1,1,2-trifluoroetano (R-1123).
- 55 El documento WO 2018/211283 se refiere a una composición que comprende: (i) 1,1-difluoroetano (R-1132a); (ii) dióxido de carbono (CO₂, R-744); (iii) pentafluoroetano (R-125); y (iv) uno o más de trifluorometano (R-23) y hexafluoroetano (R-116).
- 60 Los presentes inventores han descubierto que las composiciones que comprenden 1,1-difluoroetileno (R-1132a; fluoruro de vinilideno) y trifluoroyodometano (CF₃I) y al menos un compuesto refrigerante adicional definido en las reivindicaciones son útiles como fluidos de trabajo en ciclos de compresión de vapor para aplicaciones de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor. Además, el trifluoroyodometano no inflamable puede, en realizaciones preferidas, suprimir eficazmente la inflamabilidad de los refrigerantes inflamables, incluyendo el 1,1-difluoroetileno contenido en las composiciones, para dar como resultado composiciones refrigerantes que sean débilmente inflamables (clase de inflamabilidad 2L) y preferentemente no inflamables, como se determina de acuerdo con el
- 65

método de ensayo de la norma ASHRAE 34:2016. Las composiciones también pueden usarse como disolventes, agentes espumantes, propulsores, agentes desengrasantes y como fluidos de trabajo en equipos de Ciclo orgánico de Rankine para la generación de energía mecánica o eléctrica.

5 En consecuencia, un aspecto de la presente invención proporciona una composición refrigerante ternaria o superior que comprende del 1 al 70 % en peso de trifluoroyodometano (CF₃I), del 1 al 40 % en peso de 1,1-difluoroetileno (R-1132a) y al menos un compuesto adicional de menor volatilidad que el 1,1-difluoroetileno seleccionado del grupo que consiste en 1,1,2-trifluoroetileno (R-1123), difluorometano (R-32), propano (R-290), propileno (R-1270), fluoroetano (R-161), pentafluoroetano (R-125), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a), 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf), isobutano (R-600a), n-butano (R-600), trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234ze(E)), 3,3,3-trifluoropropeno (R-1243zf), 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno (R-1225ye), 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (R-227ea), 1,1-difluoroetano (R-152a), cis-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234ze(Z)), 1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (R-1233zd(E/Z)) y 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buten (R-1336mzz(E/Z)).

15 Como se usan en el presente documento, todas las cantidades en % mencionadas en las composiciones del presente documento, incluyendo en las reivindicaciones, son en peso basándose en el peso total de las composiciones, a menos que se indique otra cosa.

20 Para disipar cualquier duda, debe entenderse que los valores superior e inferior indicados para intervalos de cantidades de componentes en las composiciones de la invención descritas en el presente documento pueden intercambiarse de cualquier manera, a condición de que los intervalos resultantes caigan dentro del alcance más amplio de la invención.

25 Los términos "binaria", "ternaria", "cuaternaria" y similares, como se usan en el presente documento en relación con las composiciones de la presente invención, incluyen el significado de que dichas composiciones pueden comprender una determinada cantidad de otros componentes, por ejemplo, impurezas y/o aditivos, tales como aquellos resultantes de la fabricación de dichas composiciones y/o de la puesta en práctica de las composiciones de la invención.

30 En una realización, composiciones de la invención definidas como "binarias", "ternarias", "cuaternarias" y/o cualesquiera otras composiciones de la invención divulgada en el presente documento, pueden consistir esencialmente en los componentes indicados.

35 Por la expresión "consiste esencialmente en", los presentes inventores incluyen el significado de que las composiciones de la invención no contienen sustancialmente otros componentes, en particular, ningún (hidro)(fluoro)compuesto (por ejemplo, (hidro)(fluoro)alcano o (hidro)(fluoro)alqueno) adicional de uso conocido en composiciones de transferencia de calor. La expresión "consiste en" se incluye en el significado de "consiste esencialmente en".

40 En una realización, las composiciones de la invención están sustancialmente exentas de cualquier componente que tenga propiedades de transferencia de calor (distintos de los componentes especificados). Por ejemplo, las composiciones de la invención pueden estar sustancialmente exentas de cualquier otro compuesto hidrofluorocarbonado.

45 Por "sustancialmente sin" y "sustancialmente exento/a de", se incluye el significado de que las composiciones de la invención contienen el 0,5 % en peso o menos del componente indicado, preferentemente el 0,1 % en peso o menos, basándose en el peso total de la composición.

50 Las composiciones de la invención contienen R-1132a en una cantidad de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 30 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, basándose en el peso total de la composición.

55 El CF₃I está presente en la composición en una cantidad de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 70 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 60 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 o 40 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 30 % en peso, basándose en el peso total de la composición.

Determinadas composiciones preferidas de acuerdo con esta realización incluyen aquellas que comprenden:

60 de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 30 % en peso de R-1123;
de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 70 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-32;
65 de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a

aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-290;

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-125;

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-1270;

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-134a;

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1234vf.

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1234ze(E);

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-227ea: o

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-152a.

Las composiciones de la invención pueden comprender además CO₂. Cuando se incluye, el CO₂ está normalmente presente en una cantidad de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 30 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, basándose en el peso total de la composición. Las composiciones preferidas que contienen CO₂ incluyen las siguientes composiciones que comprenden:

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de CO₂;

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1123 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de CO₂;

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 70 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-32 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de CO₂;

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-290 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de CO₂;

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-125 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de CO₂;

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de CO_2 , de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF_3I , de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-1270 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso

de CO₂;
de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-134a y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de CO₂;

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-1234yf y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de CO₂.

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-227ea y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de CO₂;

de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-

- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-1270 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-152a;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-134a y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1234yf;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-134a y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-227ea;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-134a y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-152a;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-1234yf y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-227ea;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-1234yf y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-152a; o
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-227ea y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-152a;
- En una realización, las composiciones de la presente invención comprenden del 1 al 70 % en peso de CF₃I, del 1 al 40 % en peso de R-1132a y R-1234yf basándose en el peso total de la composición.
- En otra realización, las composiciones de la presente invención comprenden del 1 al 70 % en peso de CF₃I, del 1 al 40 % en peso de R-1132a, R-32 y R-1234yf basándose en el peso total de la composición.
- Las composiciones de la invención también pueden comprender un estabilizante, por ejemplo, como se describe en el documento US 2018/0244969 en los párrafos [0350] a [0361]. Cuando se incluye un estabilizante, las cantidades en la composición de la invención están normalmente en el intervalo del 0,001 al 10,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 0,001 al 5,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 0,01 al 3,0 % en peso y, en particular, en el intervalo del 0,1 al 2,0 % en peso basándose en el peso total de la composición.
- Las composiciones de la presente invención preferentemente tienen un potencial de agotamiento de ozono cero.
- Las composiciones de acuerdo con la presente invención normalmente tienen un PCG inferior a aproximadamente 650, tal como inferior a aproximadamente 500, por ejemplo, inferior a aproximadamente 400. Preferentemente, las composiciones de la invención tienen un PCG inferior a aproximadamente 300, tal como inferior a aproximadamente 200, por ejemplo, inferior a aproximadamente 150.
- Las composiciones de la invención preferentemente tienen un deslizamiento de temperatura ("*glide*") en un evaporador o condensador inferior a aproximadamente 15 K, incluso más preferentemente inferior a aproximadamente 10 K e incluso más preferentemente inferior a aproximadamente 5 K.
- En una realización, las composiciones pueden consistir prácticamente en los componentes indicados. Por la expresión "consiste esencialmente en", los presentes inventores incluyen el significado de que las composiciones de la invención no contienen sustancialmente otros componentes, en particular, ningún (hidro)(fluoro)compuesto (por ejemplo, (hidro)(fluoro)alcano o (hidro)(fluoro)alqueno) adicional de uso conocido en composiciones de transferencia de calor. La expresión "consiste en" se incluye en el significado de "consiste esencialmente en". Normalmente, las composiciones de la invención presentan un riesgo de inflamabilidad reducido en comparación con R-1132a.
- La inflamabilidad puede determinarse de acuerdo con la norma 34 de ASHRAE que incorpora la norma E-681 de ASTM con la metodología de ensayo según el Anexo 34p de 2004.
- En un aspecto, las composiciones tienen uno o más de (a) un límite de inflamabilidad inferior mayor; (b) una energía de ignición mayor (c) una temperatura de autoignición mayor o (d) una velocidad de combustión menor en comparación con R-1132a solo. Preferentemente, las composiciones de la invención son menos inflamables en comparación con R-1132a en uno o más de los siguientes aspectos: límite de inflamabilidad inferior a 23 °C; límite de inflamabilidad inferior a 60 °C; amplitud del intervalo de inflamabilidad a 23 °C o 60 °C; temperatura de autoignición (temperatura de descomposición térmica); energía mínima de ignición en aire seco o velocidad de combustión. Los límites de inflamabilidad y la velocidad de combustión se determinan de acuerdo con los métodos especificados en la norma ASHRAE-34 y la temperatura de autoignición se determina en un matraz de vidrio de 500 ml mediante el método de la norma ASTM E659-78.

- 5 En una realización preferida, las composiciones de la invención son no inflamables. Por ejemplo, las composiciones de la invención son no inflamables a una temperatura de ensayo de 60 °C usando la metodología de la norma ASHRAE-34. Ventajosamente, las mezclas de vapor que existen en equilibrio con las composiciones de la invención a cualquier temperatura entre aproximadamente -20 °C y 60 °C tampoco son inflamables.
- 10 En algunas aplicaciones, puede que no sea necesario que la formulación se clasifique como no inflamable según la metodología de la norma ASHRAE-34. Es posible desarrollar fluidos cuyos límites de inflamabilidad se reduzcan lo suficiente en el aire para hacerlos seguros para su uso en la aplicación, por ejemplo, si físicamente no es posible hacer una mezcla inflamable filtrando la carga del equipo de refrigeración hacia los alrededores.
- 15 En una realización, las composiciones de la invención tienen una inflamabilidad clasificable como 1 o 2L de acuerdo con el método de clasificación de la norma ASHRAE 34, indicando no inflamabilidad (clase 1) o un fluido débilmente inflamable con una velocidad de llama inferior a 10 cm/s (clase 2L).
- Se cree que las composiciones de la invención presentan una combinación totalmente inesperada de inflamabilidad baja/nula, PCG bajo, miscibilidad mejorada del lubricante y propiedades mejoradas de rendimiento de refrigeración. Algunas de estas propiedades de rendimiento de refrigeración se explican con más detalle a continuación.
- 20 Las composiciones de la invención normalmente son adecuadas para su uso en diseños de equipos existentes y son compatibles con todas las clases de lubricantes utilizados actualmente con refrigerantes HFC establecidos. Opcionalmente, pueden estabilizarse o compatibilizarse con aceites minerales mediante el uso de aditivos apropiados.
- 25 En una realización, la invención proporciona un dispositivo de transferencia de calor que comprende una composición de la invención. Preferentemente, el dispositivo de transferencia de calor es un dispositivo de refrigeración.
- De manera conveniente, el dispositivo de transferencia de calor es un sistema de aire acondicionado residencial o comercial, una bomba de calor o un sistema de refrigeración comercial o industrial.
- 30 La invención también proporciona el uso de una composición de la invención en un dispositivo de transferencia de calor, tal como un sistema de refrigeración, como se describe en el presente documento.
- En el presente documento también se describe una composición pulverizable que comprende un material que se ha de pulverizar y un propulsor que comprende una composición de la invención.
- 35 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un método para enfriar un artículo que comprende condensar una composición de la invención y posteriormente evaporar dicha composición en las proximidades del artículo que se ha de enfriar.
- 40 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método para calentar un artículo que comprende condensar una composición de la invención en las proximidades del artículo que se ha de calentar y posteriormente evaporar dicha composición.
- 45 En el presente documento también se describe un método para extraer una sustancia de la biomasa que comprende poner en contacto la biomasa con un disolvente que comprende una composición de la invención y separar la sustancia del disolvente.
- En el presente documento también se describe un método de limpieza de un artículo que comprende poner en contacto el artículo con un disolvente que comprende una composición de la invención.
- 50 En el presente documento también se describe un método para extraer un material de una solución acuosa que comprende poner en contacto la solución acuosa con un disolvente que comprende una composición de la invención y separar el material del disolvente.
- 55 En el presente documento también se describe un método para extraer un material de una matriz sólida en forma de partículas que comprende poner en contacto la matriz sólida en forma de partículas con un disolvente que comprende una composición de la invención y separar el material del disolvente.
- 60 En el presente documento también se describe un dispositivo de generación de energía mecánica que contiene una composición de la invención.
- Preferentemente, el dispositivo mecánico de generación de energía está adaptado para usar un ciclo Rankine o una modificación del mismo para generar trabajo a partir del calor.
- 65 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de reacondicionamiento de un dispositivo de transferencia de calor que comprende la etapa de retirar un fluido de transferencia de calor existente e introducir una

composición de la invención. Preferentemente, el dispositivo de transferencia de calor es un dispositivo de refrigeración, tal como un sistema de refrigeración de temperatura ultrabaja. Ventajosamente, el método comprende además la etapa de obtener una asignación de crédito por emisión de gases de efecto invernadero (por ejemplo, dióxido de carbono).

De acuerdo con el método de reacondicionamiento descrito anteriormente, un fluido de transferencia de calor existente puede retirarse totalmente del dispositivo de transferencia de calor antes de introducir una composición de la invención. Un fluido de transferencia de calor existente también puede retirarse parcialmente de un dispositivo de transferencia de calor, seguido de la introducción de una composición de la invención.

Las composiciones de la invención también pueden prepararse simplemente mezclando R-1132a, CF₃I y el al menos un compuesto adicional de menor volatilidad que R-1132a (y componentes opcionales tales como R-744, R-1123, hidrocarburos, un lubricante, un estabilizante) en las proporciones deseadas. Después, las composiciones pueden añadirse a un dispositivo de transferencia de calor (o usarse de cualquier otra forma como se define en el presente documento).

En un aspecto adicional de la invención, se proporciona un método para reducir el impacto ambiental que surge del funcionamiento de un producto que comprende un compuesto o composición existente, comprendiendo el método reemplazar al menos parcialmente el compuesto o composición existente con una composición de la invención.

Por impacto ambiental se incluye la generación y emisión de gases de efecto invernadero a través del funcionamiento del producto.

Como se ha mencionado anteriormente, se puede considerar que este impacto ambiental incluye no solo las emisiones de compuestos o composiciones que tienen un impacto ambiental significativo por fugas u otras pérdidas, pero también incluye la emisión de dióxido de carbono derivada de la energía consumida por el dispositivo a lo largo de su vida útil. Dicho impacto ambiental puede cuantificarse mediante la medida conocida como Impacto de calentamiento equivalente total (TEWI, por sus siglas en inglés). Esta medida se ha utilizado para cuantificar el impacto medioambiental de determinados equipos fijos de refrigeración y aire acondicionado, incluyendo, por ejemplo, sistemas de refrigeración de supermercados.

Se puede considerar además que el impacto medioambiental incluye las emisiones de gases de efecto invernadero que surgen de la síntesis y fabricación de los compuestos o composiciones. En este caso, las emisiones de fabricación se suman al consumo de energía y a los efectos de pérdida directa para obtener la medida conocida como Producción de carbono durante el ciclo de vida (LCCP, por sus siglas en inglés). El uso de LCCP es común para evaluar el impacto ambiental de los sistemas de aire acondicionado de automóviles.

En una realización preferida, el uso de la composición de la invención da como resultado que el equipo tenga un Impacto de calentamiento equivalente total menor y/o una Producción de carbono en el ciclo de vida menor que la que se obtendría mediante el uso del compuesto o composición existente.

Estos métodos pueden realizarse en cualquier producto adecuado, por ejemplo en los campos del aire acondicionado, refrigeración (por ejemplo, refrigeración a temperatura baja y ultrabaja), transferencia de calor, aerosoles o propulsores pulverizables, dieléctricos gaseosos, supresión de llamas, disolventes (por ejemplo, vehículos para aromatizantes y fragancias), limpiadores, anestésicos tópicos y aplicaciones de expansión. Preferentemente, el campo es la refrigeración.

Los ejemplos de productos adecuados incluyen dispositivos de transferencia de calor, composiciones pulverizables, disolventes y dispositivos mecánicos de generación de energía. En una realización preferida, el producto es un dispositivo de transferencia de calor, tal como un dispositivo de refrigeración.

El compuesto o composición existente tiene un impacto ambiental medido por PCG y/o TEWI y/o LCCP que es mayor que la composición de la invención que lo reemplaza. El compuesto o composición existente puede comprender un compuesto fluorocarbonado, tal como un compuesto de perfluoro-, hidrofluoro-, clorofluoro- o hidroclorofluoro-carbono o puede comprender una olefina fluorada.

Preferentemente, el compuesto o composición existente es un compuesto o composición de transferencia de calor tal como un refrigerante. Los ejemplos de refrigerantes que pueden reemplazarse incluyen R-410A, R454B, R-452B y R-32, preferentemente R-410A.

Se puede reemplazar cualquier cantidad del compuesto o composición existente para reducir el impacto ambiental. Esto puede depender del impacto ambiental del compuesto o composición existente que se reemplaza y del impacto ambiental de la composición de reemplazo de la invención. Preferentemente, el compuesto o composición existente en el producto se reemplaza completamente por la composición de la invención.

Las composiciones de la presente invención pueden resultar particularmente útiles en los sistemas de transferencia

de calor por compresión de vapor, tales como sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor.

Las composiciones refrigerantes de la invención normalmente se combinarán con un lubricante cuando se usan en un sistema de transferencia de calor por compresión de vapor. Los lubricantes adecuados incluyen ésteres de poliol, tales como ésteres de neopentilpoliol y polialquilenglicoles, preferentemente con extremo protegido en ambos extremos con un alquilo, por ejemplo, un grupo alquilo C₁₋₄.

La invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos no limitantes.

10 Ejemplos

La invención se ilustra ahora mediante un modelado de ciclo teórico del rendimiento de composiciones seleccionadas de la invención en un ciclo de enfriamiento (Ejemplos 1-10).

- 15 Se eligió el R-410A como refrigerante de referencia para todos los experimentos de modelado. Se supusieron las siguientes condiciones:

Sección de entrada de datos		R410A
Función de enfriamiento	kW	6
Temperatura media del condensador	°C	54,44
Temperatura media del evaporador	°C	7,22
Subenfriamiento del condensador	K	8,33
Recalentamiento del evaporador	K	5,56
Caída de presión en el evaporador	MPa (bar)	0
Caída de presión en la línea de succión	MPa (bar)	0
Caída de presión en el condensador	MPa (bar)	0
Sobrecalentamiento de succión del compresor	K	11,11
Eficiencia isentrópica		70 %

El modelado se realizó en Microsoft Excel usando NIST REFPROP10 como fuente de datos termodinámicos. Los equilibrios de fases de mezclas binarias de R-1132a con R-134a, R-1234yf, R-125, R-152a, R-744, CF₃I y R-32; y de mezclas binarias de CF₃I con R-32 y R-152a se estudiaron en primer lugar usando un aparato de volumen constante para medir la presión de vapor de las mezclas a un intervalo de temperaturas de -70 °C a +40 °C. Después, se realizó una regresión de estos datos para obtener parámetros de interacción para su uso en REFPROP que reprodujeran los datos experimentales.

El ciclo modelado era un ciclo convencional de compresión de vapor de aire acondicionado que comprende un evaporador, un compresor, un condensador y un dispositivo de expansión.

Las mezclas de la invención pueden ofrecer una capacidad y una eficiencia energética (COP) próximas a las que se obtienen con R-410A y, por lo tanto, son adecuadas para su uso en aplicaciones de aire acondicionado. Determinadas mezclas preferidas de la invención ofrecen capacidad y COP dentro del 5 % de los valores obtenibles con R-410A con deslizamientos de temperatura inferiores a 10 K en el evaporador y/o el condensador. Se prevé que dichas mezclas puedan usarse con una pequeña adaptación de los diseños de equipos existentes (previstos para R-410A). Otras composiciones ofrecen mayor capacidad pero con mayor deslizamiento de temperatura; dichas mezclas podrían, no obstante, ser prometedoras para nuevos diseños de equipos.

Ejemplo 1 (composiciones ternarias que comprenden R-1132a, CF₃I y el 20 % en peso de R-32)

* - *Ejemplo de referencia*

ES 3 029 650 T3

			R1132a	35	30	25	20	15	10	5
			R32	20	20	20	20	20	20	20
			CF3I	45	50	55	60	65	70	75*
Resultados		R410A								
COP de enfriamiento		2,88		2,44	2,54	2,54	2,63	2,82	2,92	3,01
COP de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		84,7 %	88,2 %	88,2 %	91,6 %	98,1 %	101,4 %	104,7 %
Capacidad de enfriamiento volumétrica	kJ/m ³	5260		5840	5667	5667	5454	4921	4602	4248
Capacidad de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		111,0 %	107,7 %	107,7 %	103,7 %	93,6 %	87,5 %	80,8 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	103,0		113,8	114,9	114,9	115,9	117,5	117,9	117,8
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0		10,8	11,9	11,9	12,9	14,5	14,9	14,8
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	1,000 (10,00)		1,342 (13,42)	1,239 (12,39)	1,239 (12,39)	1,137 (11,37)	0,938 (9,38)	0,841 (8,41)	0,745 (7,45)
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	3,39 (33,9)		4,41 (44,1)	4,11 (41,1)	4,11 (41,1)	3,81 (38,1)	3,21 (32,1)	2,90 (29,0)	2,59 (25,9)
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,1		12,1	13,2	13,2	14,1	15,0	14,9	14,2
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,1		7,1	9,0	9,0	10,6	13,2	13,9	13,8

Ejemplo 2 (composiciones ternarias que comprenden R-1132a, CF₃I y el 25 % en peso de R-32)

			R1132a	35	30	25	20	15	10	5
			R32	25	25	25	25	25	25	25
			CF3I	40	45	50	55	60	65	70
Resultados		R410A								
COP de enfriamiento		2,88		2,43	2,52	2,61	2,70	2,79	2,87	2,96
COP de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		84,5 %	87,8 %	90,9 %	93,9 %	96,8 %	99,8 %	102,8 %
Capacidad de enfriamiento volumétrica	kJ/m ³	5260		6028	5865	5661	5422	5148	4840	4498
Capacidad de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		114,6 %	111,5 %	107,6 %	103,1 %	97,9 %	92,0 %	85,5 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	103,0		113,3	114,3	115,4	116,4	117,2	117,8	118,1
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0		10,3	11,3	12,4	13,4	14,2	14,8	15,1
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	1,000 (10,00)		1,397 (13,97)	1,296 (12,96)	1,196 (11,96)	1,097 (10,97)	0,999 (9,99)	0,902 (9,02)	0,806 (8,06)

ES 3 029 650 T3

			(continuación)							
			R1132a	35	30	25	20	15	10	5
			R32	25	25	25	25	25	25	25
			CF3I	40	45	50	55	60	65	70
Resultados		R410A		4,54 (45,4)	4,26 (42,6)	3,97 (39,7)	3,68 (36,8)	3,38 (33,8)	3,09 (30,9)	2,78 (27,8)
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	3,39 (33,9)								
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,1		9,9	10,8	11,6	12,1	12,4	12,3	11,8
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,1		5,5	7,1	8,5	9,6	10,5	11,0	10,9

Ejemplo 3 (composiciones ternarias que comprenden R-1132a, CF₃I y el 30 % en peso de R-32)

			R1132a	35	30	25	20	15	10	5
			R32	30	30	30	30	30	30	30
			CF3I	35	40	45	50	55	60	65
Resultados		R410A		2,44	2,52	2,61	2,69	2,77	2,85	2,93
COP de enfriamiento		2,88								
COP de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		84,7 %	87,8 %	90,7 %	93,5 %	96,3 %	99,0 %	101,7 %
Capacidad de enfriamiento volumétrica	kJ/m ³	5260		6202	6048	5855	5625	5362	5064	4733
Capacidad de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		117,9 %	115,0 %	111,3 %	107,0 %	101,9 %	96,3 %	90,0 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	103,0		113,0	113,9	115,0	115,9	116,8	117,5	118,0
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0		10,0	11,0	12,0	12,9	13,8	14,5	15,0
Punto de rocío del evaporador	°C	7,3		11,3	11,7	12,0	12,2	12,3	12,2	11,9
Temperatura del gas de salida del evaporador	°C	12,8		16,9	17,3	17,5	17,7	17,8	17,8	17,5
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,1		8,3	8,9	9,5	9,9	10,1	9,9	9,4
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,1		4,4	5,7	6,9	7,8	8,4	8,7	8,5

5

Ejemplo 4 (composiciones ternarias que comprenden R-1132a, CF₃I y el 35 % en peso de R-32)

			R1132a	35	30	25	20	15	10	5
			R32	35	35	35	35	35	35	35
			CF3I	30	35	40	45	50	55	60
Resultados		R410A		2,45	2,53	2,61	2,69	2,76	2,84	2,91
COP de enfriamiento		2,88								

ES 3 029 650 T3

			(continuación)							
			R1132a	35	30	25	20	15	10	5
			R32	35	35	35	35	35	35	35
Resultados		R410A	CF3I	30	35	40	45	50	55	60
COP de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		85,1 %	88,1 %	90,8 %	93,5 %	96,1 %	98,7 %	101,2 %
Capacidad de enfriamiento volumétrica	kJ/m³	5260		6359	6211	6027	5809	5557	5271	4952
Capacidad de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		120,9 %	118,1 %	114,6 %	110,4 %	105,6 %	100,2 %	94,1 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	103,0		113,0	113,9	114,8	115,6	116,5	117,2	117,7
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0		10,0	10,9	11,8	12,7	13,5	14,2	14,7
Punto de rocío del evaporador	°C	7,3		10,7	11,0	11,2	11,3	11,3	11,2	10,9
Temperatura del gas de salida del evaporador	°C	12,8		16,3	16,5	16,7	16,8	16,8	16,7	16,4
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,1		7,0	7,5	7,9	8,1	8,1	7,9	7,3
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,1		3,7	4,8	5,7	6,4	6,9	7,0	6,7

Ejemplo 5 (composiciones ternarias que comprenden R-1132a, CF₃I y el 40 % en peso de R-32)

			R1132a	35	30	25	20	10	5
			R32	40	40	40	40	40	40
			CF3I	25	30	35	40	50	55
Resultados		R410A							
COP de enfriamiento		2,88		2,46	2,54	2,62	2,70	2,84	2,91
COP de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		85,7 %	88,5 %	91,1 %	93,7 %	98,7 %	101,1 %
Capacidad de enfriamiento volumétrica	kJ/m ³	5260		6494	6352	6176	5967	5454	5149
Capacidad de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		123,5 %	120,8 %	117,4 %	113,5 %	103,7 %	97,9 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	103,0		113,3	114,1	114,9	115,7	117,0	117,5
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0		10,3	11,1	11,9	12,7	14,0	14,5
Punto de rocío del evaporador	°C	7,3		10,3	10,5	10,6	10,6	10,4	10,0
Temperatura del gas de salida del evaporador	°C	12,8		15,9	16,1	16,2	16,2	15,9	15,6
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,1		6,2	6,6	6,8	6,8	6,3	5,6
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,1		3,3	4,2	4,9	5,4	5,7	5,2

5

Ejemplo 6 (composiciones cuaternarias que comprenden R-1132a, CF₃I, el 10 % en peso de R-125 y el 10 % en peso de R-32)

ES 3 029 650 T3

* - Ejemplo de referencia

			R1132a	35	30	25	20	15	10	5
			R32	10	10	10	10	10	10	10
			R125	10	10	10	10	10	10	10
			CF3I	45	50	55	60	65	70	75*
Resultados		R410A								
COP de enfriamiento		2,88		2,37	2,49	2,64	2,71	2,83	2,94	3,05
COP de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		82,3 %	86,4 %	91,8 %	94,4 %	98,3 %	102,2 %	106,2 %
Capacidad de enfriamiento volumétrica	kJ/m ³	5260		5469	5316	5204	4871	4589	4268	3907
Capacidad de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		104,0 %	101,1 %	98,9 %	92,6 %	87,3 %	81,2 %	74,3 %
COP de calentamiento		3,88		3,37	3,49	3,64	3,71	3,83	3,94	4,05
Temperatura crítica	°C	71,3		59,5	63,4	67,6	72,3	77,3	82,8	88,9
Presión crítica	MPa (bar)	4,90 (49,0)		4,87 (48,7)	4,89 (48,9)	4,90 (49,0)	4,91 (49,1)	4,90 (49,0)	4,87 (48,7)	4,83 (48,3)
Efecto de refrigeración	kJ/kg	153		95	97	98	98	98	97	96
Relación de presión		3,39		3,31	3,34	3,32	3,41	3,44	3,47	3,50
Temperatura de descarga del compresor	°C	103,0		109,2	110,0	110,2	111,0	111,2	110,9	110,1
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0		6,2	7,0	7,2	8,0	8,2	7,9	7,1
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	1,000 (10,00)		1,304 (13,04)	1,195 (11,95)	1,106 (11,06)	0,984 (9,84)	0,882 (8,82)	0,782 (7,82)	0,684 (6,84)
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	3,39 (33,9)		4,32 (43,2)	4,00 (40,0)	3,68 (36,8)	3,36 (33,6)	3,04 (30,4)	2,72 (27,2)	2,39 (23,9)
Temperatura de entrada del evaporador	°C	7,2		0,7	0,0	-1,1	-1,0	-1,2	-1,2	-0,8
Punto de rocío del evaporador	°C	7,3		13,8	14,4	15,5	15,4	15,6	15,6	15,2
Temperatura del gas de salida del evaporador	°C	12,8		19,3	20,0	21,1	21,0	21,2	21,2	20,8
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,1		13,1	14,4	16,6	16,4	16,9	16,8	16,0
Punto de rocío del condensador	°C	54,5		58,1	59,3	60,3	61,3	62,0	62,5	62,6
Punto de burbuja del condensador	°C	54,4		50,8	49,6	48,6	47,6	46,9	46,4	46,3
Temperatura del líquido de salida del condensador	°C	46,1		42,5	41,3	40,2	39,3	38,5	38,0	38,0
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,1		7,3	9,7	11,8	13,7	15,2	16,1	16,3

5 Ejemplo 7 (composiciones cuaternarias que comprenden R-1132a, CF3I, el 10 % en peso de R-125 y el 20 % en peso de R-32)

ES 3 029 650 T3

			R1132a	35	30	25	20	15	10	5
			R32	20	20	20	20	20	20	20
			R125	10	10	10	10	10	10	10
			CF3I	35	40	45	50	55	60	65
Resultados		R410A								
COP de enfriamiento		2,88		2,34	2,45	2,54	2,64	2,73	2,82	2,91
COP de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		81,3 %	85,1 %	88,5 %	91,7 %	94,9 %	98,1 %	101,3 %
Capacidad de enfriamiento volumétrica	kJ/m³	5260		5858	5733	5552	5330	5070	4773	4442
Capacidad de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		111,4 %	109,0 %	105,6 %	101,3 %	96,4 %	90,8 %	84,5 %
COP de calentamiento		3,88		3,34	3,45	3,54	3,64	3,73	3,82	3,91
Temperatura crítica	°C	71,3		56,8	60,1	63,6	67,3	71,3	75,7	80,4
Presión crítica	MPa (bar)	4,90 (49,0)		4,92 (49,2)	4,94 (49,4)	4,94 (49,4)	4,94 (49,4)	4,94 (49,4)	4,92 (49,2)	4,88 (48,8)
Efecto de refrigeración	kJ/kg	153		102	104	106	106	107	106	105
Relación de presión		3,39		3,24	3,27	3,30	3,34	3,38	3,42	3,45
Temperatura de descarga del compresor	°C	103,0		108,6	109,3	110,1	110,8	111,4	111,7	111,7
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0		5,6	6,3	7,1	7,8	8,4	8,7	8,7
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	1,000 (10,00)		1,431 (14,31)	1,327 (13,27)	1,223 (12,23)	1,120 (11,20)	1,018 (10,18)	0,918 (9,18)	0,819 (8,19)
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	3,39 (33,9)		4,64 (46,4)	4,34 (43,4)	4,04 (40,4)	3,74 (37,4)	3,44 (34,4)	3,14 (31,4)	2,82 (28,2)
Temperatura de entrada del evaporador	°C	7,2		2,9	2,5	2,1	1,7	1,5	1,5	1,6
Punto de rocío del evaporador	°C	7,3		11,5	12,0	12,4	12,7	12,9	13,0	12,8
Temperatura del gas de salida del evaporador	°C	12,8		17,1	17,5	17,9	18,3	18,5	18,5	18,4
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,1		8,6	9,5	10,3	11,0	11,4	11,5	11,2
Punto de rocío del condensador	°C	54,5		56,4	57,2	58,0	58,6	59,1	59,4	59,5
Punto de burbuja del condensador	°C	54,4		52,5	51,6	50,9	50,3	49,8	49,5	49,4
Temperatura del líquido de salida del condensador	°C	46,1		44,2	43,3	42,6	42,0	41,5	41,1	41,1
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,1		3,8	5,6	7,1	8,3	9,3	9,9	10,0

ES 3 029 650 T3

Ejemplo 8 (composiciones cuaternarias que comprenden R-1132a, CF₃I, el 10 % en peso de R-125 y el 25 % en peso de R-32)

			R1132a	35	30	25	20	15	10	5
			R32	25	25	25	25	25	25	25
			R125	10	10	10	10	10	10	10
			CF ₃ I	30	35	40	45	50	55	60
Resultados		R410A								
COP de enfriamiento		2,88		2,35	2,45	2,54	2,63	2,72	2,80	2,88
COP de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		81,7 %	85,3 %	88,5 %	91,5 %	94,5 %	97,4 %	100,3 %
Capacidad de enfriamiento volumétrica	kJ/m ³	5260		6038	5922	5751	5540	5290	5004	4683
Capacidad de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		114,8 %	112,6 %	109,3 %	105,3 %	100,6 %	95,1 %	89,0 %
COP de calentamiento		3,88		3,35	3,45	3,54	3,63	3,72	3,80	3,88
Temperatura crítica	°C	71,3		56,3	59,3	62,5	66,0	69,6	73,5	77,8
Presión crítica	MPa (bar)	4,90 (49,0)		4,97 (49,7)	4,98 (49,8)	4,98 (49,8)	4,98 (49,8)	4,97 (49,7)	4,94 (49,4)	4,91 (49,1)
Efecto de refrigeración	kJ/kg	153		107	109	111	111	112	112	111
Relación de presión		3,39		3,22	3,24	3,27	3,31	3,34	3,38	3,42
Temperatura de descarga del compresor	°C	103,0		108,5	109,2	109,9	110,5	111,1	111,6	111,7
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0		5,5	6,2	6,9	7,6	8,2	8,6	8,8
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	1,000 (10,00)		1,473 (14,73)	1,373 (13,73)	1,273 (12,73)	1,173 (11,73)	1,073 (10,73)	0,974 (9,74)	0,876 (8,76)
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	3,39 (33,9)		4,74 (47,4)	4,45 (44,5)	4,17 (41,7)	3,88 (38,8)	3,59 (35,9)	3,30 (33,0)	2,99 (29,9)
Temperatura de entrada del evaporador	°C	7,2		3,7	3,3	3,0	2,8	2,7	2,7	2,9
Punto de rocío del evaporador	°C	7,3		10,8	11,1	11,4	11,6	11,8	11,7	11,6
Temperatura del gas de salida del evaporador	°C	12,8		16,3	16,7	17,0	17,2	17,3	17,3	17,1
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,1		7,1	7,8	8,4	8,8	9,1	9,1	8,7
Punto de rocío del condensador	°C	54,5		55,9	56,7	57,3	57,8	58,1	58,3	58,3
Punto de burbuja del condensador	°C	54,4		53,0	52,2	51,6	51,1	50,8	50,6	50,6
Temperatura del líquido de salida del condensador	°C	46,1		44,6	43,9	43,3	42,8	42,4	42,2	42,3
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,1		3,0	4,5	5,7	6,6	7,3	7,7	7,7

5 Ejemplo 9 (composiciones cuaternarias que comprenden R-1132a, CF₃I, el 14 % en peso de R-125 y el 25 % en peso de R-32)

ES 3 029 650 T3

			R1132a	35	30	25	20	15	10	5
			R32	25	25	25	25	25	25	25
			R125	14	14	14	14	14	14	14
			CF3I	26	31	36	41	46	51	56
Resultados		R410A								
COP de enfriamiento		2,88		2,31	2,43	2,52	2,61	2,69	2,78	2,86
COP de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		80,4 %	84,3 %	87,6 %	90,7 %	93,7 %	96,6 %	99,4 %
Capacidad de enfriamiento volumétrica	kJ/m³	5260		6018	5931	5775	5576	5338	5062	4749
Capacidad de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		114,4 %	112,8 %	109,8 %	106,0 %	101,5 %	96,2 %	90,3 %
COP de calentamiento		3,88		3,31	3,43	3,52	3,61	3,69	3,78	3,86
Temperatura crítica	°C	71,3		55,3	58,2	61,2	64,5	68,0	71,8	75,8
Presión crítica	MPa (bar)	4,90 (49,0)		4,92 (49,2)	4,93 (49,3)	4,93 (49,3)	4,92 (49,2)	4,90 (49,0)	4,88 (48,8)	4,84 (48,4)
Efecto de refrigeración	kJ/kg	153		106	108	109	110	110	110	110
Relación de presión		3,39		3,22	3,23	3,26	3,29	3,33	3,36	3,40
Temperatura de descarga del compresor	°C	103,0		107,1	107,4	108,0	108,5	109,0	109,3	109,4
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0		4,1	4,4	5,0	5,5	6,0	6,3	6,4
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	1,000 (10,00)		1,497 (14,97)	1,399 (13,99)	1,300 (13,00)	1,201 (12,01)	1,101 (11,01)	1,002 (10,02)	0,903 (9,03)
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	3,39 (33,9)		4,82 (48,2)	4,52 (45,2)	4,24 (42,4)	3,95 (39,5)	3,66 (36,6)	3,37 (33,7)	3,07 (30,7)
Temperatura de entrada del evaporador	°C	7,2		4,1	3,8	3,6	3,4	3,3	3,3	3,5
Punto de rocío del evaporador	°C	7,3		10,3	10,6	10,9	11,1	11,1	11,1	10,9
Temperatura del gas de salida del evaporador	°C	12,8		15,9	16,2	16,4	16,6	16,7	16,7	16,5
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,1		6,2	6,8	7,3	7,7	7,8	7,8	7,5
Punto de rocío del condensador	°C	54,5		55,4	56,3	56,8	57,3	57,6	57,8	57,7
Punto de burbuja del condensador	°C	54,4		53,5	52,6	52,0	51,6	51,3	51,1	51,2
Temperatura del líquido de salida del condensador	°C	46,1		45,1	44,3	43,7	43,3	43,0	42,8	42,9
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,1		2,0	3,7	4,8	5,7	6,3	6,6	6,5

ES 3 029 650 T3

Ejemplo 10 (composiciones cuaternarias que comprenden R-1132a, CF₃I, el 10 % en peso de R-125 y el 30 % en peso de R-32)

			R1132a	35	30	25	20	15	10	5
			R32	30	30	30	30	30	30	30
			R125	10	10	10	10	10	10	10
			CF3I	25	30	35	40	45	50	55
Resultados		R410A								
COP de enfriamiento		2,88		2,37	2,47	2,55	2,64	2,72	2,80	2,87
COP de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		82,3 %	85,7 %	88,8 %	91,7 %	94,5 %	97,2 %	99,9 %
Capacidad de enfriamiento volumétrica	kJ/m ³	5260		6203	6089	5927	5726	5488	5215	4906
Capacidad de enfriamiento con respecto a la Referencia		100,0 %		117,9 %	115,8 %	112,7 %	108,9 %	104,3 %	99,1 %	93,3 %
COP de calentamiento		3,88		3,37	3,47	3,55	3,64	3,72	3,80	3,87
Temperatura crítica	°C	71,3		56,1	59,0	61,9	65,1	68,5	72,1	75,9
Presión crítica	MPa (bar)	4,90 (49,0)		5,03 (50,3)	5,03 (50,3)	5,03 (50,3)	5,03 (50,3)	5,01 (50,1)	4,98 (49,8)	4,94 (49,4)
Efecto de refrigeración	kJ/kg	153		114	115	117	117	118	117	117
Relación de presión		3,39		3,21	3,23	3,25	3,28	3,32	3,35	3,38
Temperatura de descarga del compresor	°C	103,0		108,9	109,4	110,0	110,5	111,1	111,5	111,7
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0		5,9	6,4	7,0	7,5	8,1	8,5	8,7
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	1,000 (10,00)		1,501 (15,01)	1,406 (14,06)	1,311 (13,11)	1,215 (12,15)	1,118 (11,18)	1,022 (10,22)	0,926 (9,26)
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	3,39 (33,9)		4,82 (48,2)	4,54 (45,4)	4,26 (42,6)	3,99 (39,9)	3,71 (37,1)	3,43 (34,3)	3,13 (31,3)
Temperatura de entrada del evaporador	°C	7,2		4,2	3,9	3,8	3,6	3,6	3,7	3,9
Punto de rocío del evaporador	°C	7,3		10,3	10,5	10,7	10,8	10,8	10,7	10,5
Temperatura del gas de salida del evaporador	°C	12,8		15,8	16,1	16,2	16,4	16,4	16,3	16,1
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,1		6,1	6,6	6,9	7,2	7,2	7,0	6,6
Punto de rocío del condensador	°C	54,5		55,7	56,3	56,8	57,2	57,4	57,5	57,4
Punto de burbuja del condensador	°C	54,4		53,2	52,6	52,1	51,7	51,5	51,4	51,5
Temperatura del líquido de salida del condensador	°C	46,1		44,9	44,2	43,8	43,4	43,1	43,1	43,2
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,1		2,5	3,8	4,7	5,4	5,9	6,1	5,9

5 Los Ejemplos 11 a 15 demuestran el modelado teórico del ciclo de rendimiento de composiciones seleccionadas de la presente invención en un ciclo de bomba de calor. Se eligió el R-1234yf como refrigerante de referencia para el ciclo

de bomba de calor.

El modelado se realizó en Microsoft Excel usando NIST REFPROP10 como fuente de datos termodinámicos. El equilibrio de fases de mezclas de R-1132a con R-32 y R-1234yf se estudió por primera vez usando un aparato de volumen constante para medir la presión de vapor de mezclas binarias de R-1132a/R-32 o R-1132a/R-1234yf en un intervalo de temperaturas de -70 °C a +40 °C. Después, se realizó una regresión de estos datos para obtener parámetros de interacción binarios para su uso en REFPROP que reprodujeran los datos experimentales.

El ciclo modelado incluía la inyección de vapor a presión intermedia de vapor de refrigerante para mejorar el rendimiento del ciclo. Para cada composición se determinó la presión de inyección óptima para maximizar el Coeficiente de rendimiento (COP, por sus siglas en inglés) para el calentamiento.

Para el ciclo de bomba de calor se supusieron las siguientes condiciones:

Sección de entrada de datos		R-1234yf
Desplazamiento del compresor	m³/h	16,5
Temperatura media del condensador	°C	45,0
Temperatura media del evaporador	°C	-25,0
Subenfriamiento del condensador	K	3,0
Recalentamiento del evaporador	K	1,0
Caída de presión en el evaporador	MPa (bar)	0,020 (0,20)
Caída de presión en la línea de succión	MPa (bar)	0,010 (0,10)
Caída de presión en el condensador	MPa (bar)	0,020 (0,20)
Sobrecalentamiento de succión del compresor	K	10,0
Eficiencia isentrópica		65,0 %

Ejemplo 11 (composiciones binarias que comprenden R-1132a y CF3I) - Ejemplos de referencia

			R1132a	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
			CF3I	96 %	94 %	92 %	90 %	88 %	86 %
Resultados		R1234yf	4 %/96 %	6 %/94 %	8 %/92 %	10 %/90 %	12 %/88 %	14 %/86 %	
COP de calentamiento		2,39	2,60	2,58	2,56	2,54	2,53	2,52	
Capacidad de calentamiento volumétrica	kJ/m³	1108	1189	1310	1431	1553	1675	1795	
Capacidad de calentamiento con respecto a la Referencia		100,0 %	107,3 %	118,3 %	129,2 %	140,2 %	151,2 %	162,1 %	
Relación de presión		9,39	10,25	10,35	10,31	10,20	10,05	9,88	
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	123,2	126,2	128,2	129,6	130,5	131,1	
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0	51,6	54,5	56,5	57,9	58,9	59,5	
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	0,123 (1,23)	0,110 (1,10)	0,122 (1,22)	0,134 (1,34)	0,147 (1,47)	0,161 (1,61)	0,175 (1,75)	

ES 3 029 650 T3

			(continuación)						
			R1132a	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
			CF3I	96 %	94 %	92 %	90 %	88 %	86 %
Resultados		R1234yf	4 %/96 %	6 %/94 %	8 %/92 %	10 %/90 %	12 %/88 %	14 %/86 %	
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	1,154 (11,54)	1,127 (11,27)	1,259 (12,59)	1,383 (13,83)	1,502 (15,02)	1,617 (16,17)	1,728 (17,28)	
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	4,6	6,8	9,0	10,9	12,7	14,3	
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	15,2	19,6	22,7	24,9	26,4	27,3	

Ejemplo 12 (composiciones ternarias que comprenden el 4 % en peso de R-1132a, R-1234yf y CF₃I)

5 * - *Ejemplo de referencia*

			R1132a	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
			R1234yf	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %
			CF3I	86 %*	76 % *	66 %	56 %	46 %	36 %	26 %
Resultados		R1234yf								
COP de calentamiento		2,39	2,57	2,54	2,51	2,48	2,45	2,43	2,41	
Capacidad de calentamiento volumétrica	kJ/m ³	1108	1248	1288	1312	1322	1320	1308	1290	
Capacidad de calentamiento con respecto a la Referencia		100,0 %	112,7 %	116,3 %	118,4 %	119,4 %	119,2 %	118,1 %	116,5 %	
Relación de presión		9,39	9,88	9,63	9,47	9,38	9,36	9,39	9,46	
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	111,0	102,0	95,2	89,9	86,0	83,0	80,6	
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0	39,4	30,4	23,5	18,3	14,4	11,3	9,0	
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	0,123 (1,23)	0,120 (1,20)	0,128 (1,28)	0,135 (1,35)	0,139 (1,39)	0,141 (1,41)	0,141 (1,41)	0,140 (1,40)	
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	1,154 (11,54)	1,188 (11,88)	1,237 (12,37)	1,275 (12,75)	1,302 (13,02)	1,319 (13,19)	1,327 (13,27)	1,328 (13,28)	
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	4,5	3,9	3,1	2,4	1,9	1,6	1,5	
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	12,7	10,5	8,6	7,1	6,1	5,5	5,1	

ES 3 029 650 T3

Ejemplo 13 (composiciones ternarias que comprenden el 8 % en peso de R-1132a, R-1234yf y CF₃I)

* - Ejemplo de referencia

R1132a	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %
R1234yf	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %
CF3I	82 %*	72 %*	62 %	52 %	42 %	32 %

Resultados		R1234yf						
COP de calentamiento		2,39	2,53	2,50	2,48	2,45	2,43	2,41
Capacidad de calentamiento volumétrica	kJ/m³	1108	1467	1488	1496	1491	1476	1452
Capacidad de calentamiento con respecto a la Referencia		100,0 %	132,5 %	134,3 %	135,0 %	134,6 %	133,2 %	131,1 %
Relación de presión		9,39	9,95	9,72	9,58	9,51	9,51	9,56
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	115,6	106,3	99,3	93,9	89,8	86,7
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0	44,0	34,7	27,6	22,3	18,2	15,1
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	0,123 (1,23)	0,143 (1,43)	0,150 (1,50)	0,155 (1,55)	0,157 (1,57)	0,158 (1,58)	0,157 (1,57)
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	1,154 (11,54)	1,424 (14,24)	1,457 (14,57)	1,482 (14,82)	1,497 (14,97)	1,503 (15,03)	1,502 (15,02)
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	7,9	6,5	5,2	4,2	3,5	3,1
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	18,7	15,5	13,1	11,3	10,1	9,3

5

Ejemplo 14 (composiciones ternarias que comprenden el 10 % en peso de R-1132a, R-1234yf y CF₃I)

* - Ejemplo de referencia

R1132a	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
R1234yf	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %
CF3I	80 %*	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %

Resultados		R1234yf						
COP de calentamiento		2,39	2,52	2,49	2,46	2,44	2,41	2,40
Capacidad de calentamiento volumétrica	kJ/m³	1108	1577	1588	1587	1576	1554	1524
Capacidad de calentamiento con respecto a la Referencia		100,0 %	142,4 %	143,4 %	143,3 %	142,2 %	140,3 %	137,6 %
Relación de presión		9,39	9,89	9,69	9,57	9,52	9,53	9,60
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	117,2	107,9	100,9	95,5	91,4	88,3
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0	45,5	36,3	29,2	23,9	19,8	16,7
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	0,123 (1,23)	0,155 (1,55)	0,161 (1,61)	0,165 (1,65)	0,167 (1,67)	0,167 (1,67)	0,165 (1,65)
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	1,154 (11,54)	1,536 (15,36)	1,563 (15,63)	1,582 (15,82)	1,592 (15,92)	1,593 (15,93)	1,587 (15,87)
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	9,3	7,7	6,2	5,0	4,3	3,9
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	20,6	17,2	14,6	12,8	11,5	10,8

10

ES 3 029 650 T3

Ejemplo 15 (composiciones cuaternarias que comprenden el 4 % en peso de R-1132a, el 8 % en peso de R-32, R-1234yf y CF3I)

* - *Ejemplo de referencia*

5

R1132a	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
R32	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %
R1234yf	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
CF3I	78 % *	68 %	58 %	48 %	38 %

Resultados		R1234yf
COP de calentamiento		2,39
Capacidad de calentamiento volumétrica	kJ/m ³	1108
Capacidad de calentamiento con respecto a la Referencia		100,0 %
Relación de presión		9,39
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6
Diferencia de temp. de descarga con respecto a la referencia	K	0,0
Presión de entrada del evaporador	MPa (bar)	0,123 (1,23)
Presión de entrada del condensador	MPa (bar)	1,154 (11,54)
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0

2,55	2,52	2,49	2,47	2,45
1747	1740	1724	1700	1667
157,7 %	157,1 %	155,7 %	153,5 %	150,5 %
9,36	9,28	9,24	9,24	9,29
122,6	113,0	105,6	100,0	95,7
50,9	41,4	34,0	28,4	24,1
0,173 (1,73)	0,177 (1,77)	0,179 (1,79)	0,179 (1,79)	0,178 (1,78)
1,619 (16,19)	1,641 (16,41)	1,655 (16,55)	1,658 (16,58)	1,653 (16,53)
10,5	8,4	6,6	5,4	4,7
17,5	14,6	12,4	10,9	9,9

REIVINDICACIONES

1. Una composición refrigerante ternaria o superior que comprende del 1 al 70 % en peso de trifluoroyodometano (CF₃I), del 1 al 40 % en peso de 1,1-difluoroetileno (R-1132a) y al menos un compuesto adicional de menor volatilidad que el 1,1-difluoroetileno seleccionado del grupo que consiste en 1,1,2-trifluoroetileno (R-1123), difluorometano (R-32), propano (R-290), propileno (R-1270), fluoroetano (R-161), pentafluoroetano (R-125), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a), 2,3,3,3-tetrafluopropeno (R-1234yf), isobutano (R-600a), n-butano (R-600), trans-1,3,3,3-tetrafluopropeno (R-1234ze(E)), 3,3,3-trifluoropropeno (R-1243zf), 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno (R-1225ye), 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (R-227ea), 1,1-difluoroetano (R-152a), cis-1,3,3,3-tetrafluopropeno (R-1234ze(Z)), 1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (R-1233zd(E/Z)) y 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-butenos (R-1336mzz(E/Z)).
2. La composición de la reivindicación 1, en donde el R-1132a está presente en una cantidad de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 30 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, basándose en el peso total de la composición.
3. La composición de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el CF₃I está presente en una cantidad de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 60 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 o 40 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 30 % en peso, basándose en el peso total de la composición.
4. La composición de las reivindicaciones 1, 2 o 3, en donde la composición comprende:
 - de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 30 % en peso de R-1123;
 - de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 70 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-32;
 - de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-290;
 - de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-125;
 - de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-1270;
 - de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-134a;
 - de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1234yf;
 - de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1234ze(E);
 - de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-227ea; o
 - de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-152a.
5. La composición de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la composición comprende además dióxido de carbono (CO₂; R-744), opcionalmente en donde el CO₂ está presente en una cantidad de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 30 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, basándose en el peso total de la composición.
6. La composición de la reivindicación 5, en donde la composición comprende:
 - de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de CO₂;

[illegible]

- 125 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-1270;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-125 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-134a;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-125 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1234yf;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-125 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-227ea;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-125 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-152a;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-1270 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-134a;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-1270 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-1234yf;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-1270 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-227ea;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 5 % en peso de R-1270 y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-152a;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-134a y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1234yf;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-134a y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-227ea;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-134a y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-152a;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-1234yf y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-227ea;
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-1234yf y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de R-152a; o
- de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50 % en peso de CF₃I, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 20 % en peso de R-227ea y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 40 % en peso de R-152a.
8. La composición de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde la composición comprende del 1 al 70 % en peso de CF₃I, del 1 al 40 % en peso de R-1132a y R-1234yf o en donde la composición comprende del 1 al 70 % en peso de CF₃I, del 1 al 40 % en peso de R-1132a, R-32 y R-1234yf.
9. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además un estabilizante, preferentemente en donde el estabilizante se selecciona del grupo que consiste en compuestos a base de dieno, fosfatos, compuestos fenólicos y epóxidos, y mezclas de los mismos.
10. Una composición de cualquiera de las reivindicaciones anteriores que consiste esencialmente en los componentes indicados.
11. Una composición de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la composición refrigerante es menos

inflamable que R-1132a solo, preferentemente en donde la composición refrigerante tiene:

- a. un límite de inflamabilidad mayor'
- b. una energía de ignición mayor; y/o
- c. una velocidad de llama menor

en comparación con R-1132a solo, tal como en donde la composición no es inflamable, preferentemente en donde la composición refrigerante no es inflamable a temperatura ambiente, o en donde la composición no es inflamable a 60 °C.

12. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que tiene un Potencial de calentamiento global (PCG) inferior a 150 y/o en donde la composición tiene un deslizamiento de temperatura en un evaporador o condensador inferior a aproximadamente 10 K, preferentemente inferior a aproximadamente 5 K.

13. El uso de una composición como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores como refrigerante en un sistema de transferencia de calor por compresión de vapor.

14. Un sistema de transferencia de calor por compresión de vapor que comprende una composición como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, tal como en donde el sistema de transferencia de calor comprende además un lubricante, preferentemente un lubricante de polioléster (POE) o polialquilenglicol (PAG).

15. Un método de producción de enfriamiento que comprende evaporar una composición como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 en las proximidades de un cuerpo que se ha de enfriar.

16. Un método para producir calentamiento que comprende condensar una composición refrigerante como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 en las proximidades de un cuerpo que se ha de calentar.

17. Un método de reacondicionamiento de un dispositivo de transferencia de calor que comprende la etapa de retirar una composición de transferencia de calor existente e introducir una composición como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, tal como en donde el dispositivo de transferencia de calor es un dispositivo de refrigeración comercial o industrial, una bomba de calor o un sistema de aire acondicionado residencial o comercial, tal como en donde el compuesto o la composición existentes son una composición de transferencia de calor, preferentemente en donde la composición de transferencia de calor es un refrigerante seleccionado de R-410A, R-454B, R-452B y R-32.

18. Un método para reducir el impacto ambiental que surge del funcionamiento de un producto que comprende un compuesto o una composición existentes, comprendiendo el método reemplazar al menos parcialmente el compuesto o la composición existentes con una composición como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, tal como en donde el uso de la composición da como resultado un Impacto de calentamiento equivalente total menor y/o una producción de carbono en el ciclo de vida menor que la que se obtiene mediante el uso del compuesto o de la composición existentes, por ejemplo, en donde el método se realiza en un producto de los campos del aire acondicionado, refrigeración, transferencia de calor, aerosoles o propulsores pulverizables, dieléctricos gaseosos, supresión de llamas, disolventes, limpiadores, anestésicos tópicos y aplicaciones de expansión, tal como en donde el producto se selecciona de un dispositivo de transferencia de calor, una composición pulverizable, un disolvente o un dispositivo de generación de energía mecánica, preferentemente un dispositivo de transferencia de calor y/o en donde el producto es un dispositivo de transferencia de calor, preferentemente un sistema de aire acondicionado residencial o comercial, una bomba de calor o un sistema de refrigeración comercial o industrial, tal como en donde el compuesto o la composición existentes son una composición de transferencia de calor, preferentemente en donde la composición de transferencia de calor es un refrigerante seleccionado de R-410A, R-454B, R-452B y R-32.