

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 511 147**

51 Int. Cl.:

C09K 5/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2011 E 11802477 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014 EP 2643420**

54 Título: **Fluidos refrigerantes que contienen (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno**

30 Prioridad:

25.11.2010 FR 1059728

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

22.10.2014

73 Titular/es:

**ARKEMA FRANCE (100.0%)
420, rue d'Estienne d'Orves
92700 Colombes, FR**

72 Inventor/es:

RACHED, WISSAM

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 511 147 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

Fluidos refrigerantes que contienen (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a composiciones que contienen (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno en mezcla con al menos otro compuesto de hidrocarburo o derivado de hidrocarburo, y su uso como fluidos de transferencia de calor.

Antecedentes de la técnica

10 Los fluidos a base de compuestos de fluorocarbono se usan en gran medida en los sistemas de transferencia de calor por compresión de vapor, en particular, dispositivos de climatización, bomba de calor, refrigeración o congelación. Estos dispositivos tienen en común el hecho de que se basan en un ciclo termodinámico que comprende la vaporización del fluido a baja presión (en el que el fluido absorbe el calor); la compresión del fluido vaporizado hasta a una presión elevada; la condensación del fluido vaporizado en líquido a presión elevada (en la que el fluido rechaza el calor); y la expansión del fluido para completar el ciclo.

15 La elección de un fluido de transferencia de calor (que puede ser un compuesto puro o una mezcla de compuestos) viene dictada, por una parte, por las propiedades termodinámicas del fluido, y por otra parte, por las limitaciones adicionales. Por lo tanto, un criterio particularmente importante es el del impacto del fluido en el medio ambiente. En particular, los compuestos clorados (clorofluorocarburos e hidroclorofluorocarburos) tienen la desventaja de dañar la capa de ozono. Por lo tanto, en lo sucesivo se prefieren generalmente compuestos no clorados tales como hidrofluorocarburos, fluoroéteres y fluoroolefinas.

20 Sin embargo, es necesario desarrollar otros fluidos de transferencia de calor que tengan un potencial de calentamiento global (GWP) menor que entre los fluidos de transferencia de calor que se usan en la actualidad, y que tienen niveles de rendimiento equivalentes o mejorados.

El documento de patente WO 2007/053697 describe composiciones a base de fluoroolefinas en diversos usos, y en particular como fluidos de transferencia de calor. El documento menciona al 1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno.

25 El documento de patente WO 2008/134061 describe composiciones azeotrópicas o casi azeotrópicas que comprenden (Z)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno en combinación con formiato de metilo, pentano, 2-metilbutano, 1,1,1,3,3-pentafluorobutano, trans-1,2-dicloroetileno o 1,1,1,3,3-pentafluoropropano.

30 El documento de patente WO 2008/154612 describe composiciones azeotrópicas o casi azeotrópicas que comprenden (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno en combinación con formiato de metilo, n-pentano, 2-metilbutano, trans-1,2-dicloroetileno, 1,1,1,3,3-pentafluoropropano, n-butano o isobutano.

El documento de patente WO 2010/055146 describe fluoroolefinas y su proceso de fabricación. El documento menciona al (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno en particular.

El documento de patente WO 2010/100254 describe tetrafluorobutenos, opcionalmente en mezcla con hexafluorobutenos, y su uso en diversas aplicaciones, incluyendo la transferencia de calor.

35 Sin embargo, todavía hay una necesidad de desarrollar otros fluidos de transferencia de calor que presentan un GWP relativamente bajo, y que son susceptibles de sustituir a los fluidos de transferencia de calor habituales.

40 En particular, se desea desarrollar otros fluidos de transferencia de calor con un GWP bajo que sean casi azeotrópicos y/o que presenten buenos niveles de eficiencia energética en comparación con los fluidos de transferencia de calor habituales (tales como isobutano) y/o mejores eficiencias energéticas en comparación con los fluidos de transferencia de calor conocidos con un GWP bajo (tal como el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno).

Resumen de la invención

En primer lugar, la invención se refiere a una composición que comprende (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno en mezcla con al menos un compuesto de hidrocarburo, hidrofluorocarburo, éter, hidrofluoroéter o fluoroolefina que presentan un punto de ebullición menor o igual que -12 °C.

45 De acuerdo con una realización, el compuesto se elige entre 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 3,3,3-trifluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, 1,1-difluoroetano, difluorometano, pentafluoroetano, propano,

dimetiléter y las mezclas de los mismos.

De acuerdo con una realización, la composición consiste en una mezcla de:

- 5
- (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y un compuesto elegido entre 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 3,3,3-trifluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, 1,1-difluoroetano, difluorometano, pentafluoroetano, dimetiléter y propano; o
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y los compuestos elegidos entre 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 3,3,3-trifluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, 1,1-difluoroetano, difluorometano, pentafluoroetano, propano, dimetiléter e isobutano.

De acuerdo con una realización, la composición comprende y consiste preferentemente en una mezcla de:

- 10
- (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y 3,3,3-trifluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y 1,1-difluoroetano;

15

 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y difluorometano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y 1,1-difluoroetano;

20

 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y 3,3,3-trifluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y isobutano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, isobutano y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, isobutano y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;

25

 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, isobutano y 1,1-difluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, isobutano y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 3,3,3-trifluoropropeno y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 3,3,3-trifluoropropeno y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 3,3,3-trifluoropropeno y isobutano;

30

 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 3,3,3-trifluoropropeno y 1,1-difluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 3,3,3-trifluoropropeno y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1-difluoroetano;

35

 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1-difluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1-difluoroetano y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;

40

 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y 3,3,3-trifluoropropeno
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y 1,1-difluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y difluorometano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y 1,1,1,2-tetrafluoroetano.

45 De acuerdo con una realización, la diferencia entre la presión de saturación de líquido y la presión de saturación de vapor de la composición a una temperatura de -5 °C es menor o igual que un 10 % de la presión de saturación de líquido, y preferentemente la composición comprende o consiste en:

- 50
- de un 1 a un 8 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 92 a un 99 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
 - de un 1 a un 12 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 88 a un 99 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
 - de un 1 a un 9 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 91 a un 99 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano; o
 - de un 1 a un 6 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 94 a un 99 % de difluorometano; o
 - de un 1 a un 17 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 83 a un 99 % de 1,1-difluoroetano; o
 - de un 1 a un 26 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 74 a un 99 % de propano; o
 - de un 1 a un 10 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 90 a un 99 % de 3,3,3-trifluoropropeno; o
 - de un 1 a un 10 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de un

55

 - 1 a un 98 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
 - de un 1 a un 8 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
 - de un 1 a un 15 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de un 1 a un 98 % de 1,1-difluoroetano; o

- de un 1 a un 8 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de 3,3,3-trifluoropropeno; o
- de un 1 a un 8 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de un 1 a un 98 % de 3,3,3-trifluoropropeno; o
- 5 - de un 1 a un 8 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
- de un 1 a un 20 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 30 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de un 50 a un 98 % de propano; o
- de un 1 a un 20 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de propano; o
- 10 - de 1 a 13 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de 1,1-difluoroetano; o
- de un 1 a un 15 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de 1,1-difluoroetano; o
- 15 - de un 1 a un 20 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de propano.

De acuerdo con una realización, la composición comprende y preferentemente consiste en:

- de un 10 a un 50 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 50 a un 90 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, preferentemente de un 30 a un 40 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 60 a un 70 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
- 20 - de un 55 a un 95 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 5 a un 45 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano; o
- de un 1 a un 98 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 50 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano, preferentemente de un 2 a un 60 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 2 a un 93 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 5 a un 50 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de
- 25 forma más particularmente preferente de un 5 a un 45 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 11 a un 86 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 9 a un 44 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano; o
- de un 1 a un 98 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 40 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano, preferentemente de un 2 a un 40 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 20 a un 93 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 5 a un 40 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de
- 30 forma más particularmente preferente de un 2 a un 35 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de 33 a 89 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 9 a un 32 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano.

La invención también se refiere al uso de la composición mencionada anteriormente, como fluido de transferencia de calor.

- 35 La invención también se refiere a una composición de transferencia de calor, que comprende la composición mencionada anteriormente así como uno o varios aditivos elegidos entre lubricantes, estabilizantes, tensioactivos, agentes marcadores, agentes fluorescentes, agentes olorosos, agentes de solubilización y sus mezclas.

La invención también se refiere a una instalación de transferencia de calor que comprende un circuito de compresión de vapor que contiene una composición tal como se ha descrito anteriormente como fluido de transferencia de calor o que contiene una composición de transferencia de calor tal como se ha descrito anteriormente.

- 40 De acuerdo con una realización, la instalación se elige entre las instalaciones móviles o estacionarias de calefacción con bomba de calor, climatización, refrigeración, congelación y los ciclos de Rankine.

- 45 La invención también se refiere a un proceso de calefacción o refrigeración de un fluido o de una sustancia por medio de un circuito de compresión de vapor que contiene un fluido de transferencia de calor, comprendiendo dicho proceso la evaporación sucesivamente del fluido de transferencia de calor, la compresión del fluido de transferencia de calor, la condensación del fluido de transferencia de calor y la expansión del fluido de transferencia de calor, en el que el fluido de transferencia de calor es una composición tal como se ha descrito anteriormente.

- 50 De acuerdo con una realización, este proceso es un proceso de refrigeración de un fluido o de una sustancia, en el que la temperatura del fluido o de la sustancia refrigerada es de -15 °C a 15 °C, y preferentemente de -10 °C a 10 °C, de forma más particularmente preferente de -5 °C a 5 °C; o es un proceso de calefacción de un fluido o de una sustancia, en el que la temperatura del fluido o de la sustancia calentada es de 30 °C a 90 °C, y preferentemente de 35 °C a 60 °C, de forma más particularmente preferente de 40 °C a 50 °C.

- 55 La invención también se refiere a un proceso de reducción del impacto medioambiental de una instalación de transferencia de calor que comprende un circuito de compresión de vapor que contiene un fluido de transferencia de calor inicial, comprendiendo dicho proceso una etapa de sustitución del fluido de transferencia de calor inicial en el circuito de compresión de vapor por un fluido de transferencia final, presentando el fluido de transferencia final un

GWP inferior al del fluido de transferencia de calor inicial, en el que el fluido de transferencia de calor final es una composición tal como se ha descrito anteriormente.

5 La presente invención permite superar los inconvenientes de la técnica anterior. Esta proporciona más particularmente fluidos de transferencia de calor con un GWP bajo, susceptible de sustituir los fluidos de transferencia de calor habituales.

10 En particular, en determinadas realizaciones, la invención proporciona fluidos de transferencia de calor casi azeotrópicos. En determinadas realizaciones, la invención proporciona fluidos de transferencia de calor que presentan buenas eficiencias energéticas con respecto a fluidos de transferencia de calor habituales y/o presentan eficiencias energéticas mejoradas con respecto a los fluidos de transferencia de calor con un GWP bajo conocidos (en particular con respecto al 1,3,3,3-tetrafluoropropeno).

15 Esto se consigue gracias a mezclas que comprenden por una parte 1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno en la forma trans, y por otra parte al menos un compuesto de hidrocarburo, hidrofluorocarburo o fluoroollefina que presenta un punto de ebullición menor o igual que -12 °C. Este compuesto se elige preferentemente entre 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 3,3,3-trifluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, 1,1-difluoroetano, difluorometano, propano y las mezclas de los mismos.

Las composiciones de acuerdo con la invención presentan una capacidad volumétrica mejorada con respecto a las composiciones divulgadas en el documento de patente WO 2008/154612 (en el que los compuestos asociados al (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno presentan un punto de ebullición superior a -12 °C).

20 Las composiciones de acuerdo con la invención también presentan una capacidad volumétrica superior a la de las composiciones análogas en las que el (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno se sustituye total o parcialmente con (Z)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno.

Descripción de las realizaciones de la invención

A continuación, la invención se describe con más detalle y de forma no limitante en la descripción que sigue a continuación.

25 Los compuestos usados en el contexto de la invención se indican tal como sigue a continuación:

- (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno: HFO-E-1336mzz;
- 1,3,3,3-tetrafluoropropeno: HFO-1234ze;
- 2,3,3,3-tetrafluoropropeno: HFO-1234yf;
- 3,3,3-trifluoropropeno: HFO-1243zf;
- 30 - 1,1,1,2-tetrafluoroetano: HFC-134a;
- 1,1,-difluoroetano: HFC-152a;
- difluorometano: HFC-32;
- pentafluoroetano: HFC-125;
- propano: HC-290;
- 35 - isobutano: HC-600a;
- dimetiléter: DME.

A menos que se indique de otro modo, en el conjunto de la aplicación, las proporciones de los compuestos indicados se proporcionan en porcentajes de masa.

40 El HFO-1234ze puede aparecer en forma cis o trans o ser una mezcla de estas dos formas. Preferentemente, está en forma trans (E).

De acuerdo con la presente solicitud, el potencial de calentamiento global (GWP) se define con respecto al dióxido de carbono y con respecto a un periodo de 100 años, de acuerdo con el método indicado en « The scientific assessment of ozone depletion, 2002, a report of the World Meteorological Association's Global Ozone Research and Monitoring Project ».

45 Por « *compuesto de transferencia de calor* », respectivamente « *fluido de transferencia de calor* » (o refrigerante), se hace referencia a un compuesto, respectivamente un fluido, susceptible de absorber el calor por evaporación a baja temperatura y a baja presión y de liberar calor por condensación alta temperatura y a alta presión, en un circuito de compresión de vapor. En general, un fluido de transferencia de calor puede comprender uno, dos, tres o más de tres compuestos de transferencia de calor.

50

Por « *composición de transferencia de calor* » se hace referencia a una composición que comprende un fluido de transferencia de calor y opcionalmente uno o varios aditivos que no son compuestos de transferencia de calor para la aplicación prevista.

5 En particular, los aditivos se pueden elegir entre lubricantes, estabilizantes, tensioactivos, agentes marcadores, agentes fluorescentes, agentes olorosos y agentes de solubilización.

10 El o los estabilizantes, cuando están presentes, representan preferentemente como máximo un 5 % en masa en la composición de transferencia de calor. Entre los estabilizantes, se pueden mencionar en particular nitrometano, ácido ascórbico, ácido tereftálico, azoles tales como toluotriazol o benzotriazol, compuestos fenólicos tales como tocoferol, hidroquinona, t-butil hidroquinona, 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol, epóxidos (alquilo opcionalmente fluorado o perfluorado o alquenoil o aromático) tales como n-butil glicidil éter, hexanodiol diglicidil éter, alil glicidil éter, butilfenilglicidil éter, fosfitos, fosfonatos, tioles y lactonas.

En particular, como lubricantes se pueden usar aceites de origen mineral, aceites de silicona, parafinas de origen natural, naftenos, parafinas sintéticas, alquilbencenos, poli-alfa olefinas, polialquilenglicoles, ésteres de poliol y/o poliviniléteres.

15 Como agentes marcadores (susceptibles de ser detectados) se pueden mencionar hidrofluorocarburos deuterados o no, hidrocarburos deuterados, perfluorocarburos, fluoroéteres, compuestos bromados, compuestos yodados, alcoholes, aldehídos, cetonas, óxido nitroso y las combinaciones de los mismos. El agente marcador es diferente del compuesto o compuestos de transferencia de calor que componen el fluido de transferencia de calor.

20 Como agentes de solubilización, se pueden mencionar hidrocarburos, dimetiléter, polioxialquilen éteres, amidas, cetonas, nitrilos, clorocarburos, ésteres, lactonas, aril éteres, fluoroéteres y 1,1,1-trifluoroalcanos. El agente de solubilización es diferente del compuesto o compuestos de transferencia de calor que componen el fluido de transferencia de calor.

Como agentes fluorescentes, se pueden mencionar naftalimidias, perilenos, cumarinas, antracenos, fenantracenos, xantenos, tioxantenos, naftoxantenos, fluoresceína y los derivados y combinaciones de los mismos.

25 Como agentes olorosos, se pueden mencionar acrilatos de alquilo, acrilatos de alilo, ácidos acrílicos, ésteres de acrílico, alquiléteres, ésteres de alquilo, alquinos, aldehídos, tioles, tioéteres, disulfuros, alilisotiocianatos, ácidos alcanóicos, aminas, norbornenos, derivados de norbornenos, ciclohexeno, compuestos aromáticos heterocíclicos, ascaridol, o-metoxi(metil)-fenol y las combinaciones de los mismos.

30 El proceso de transferencia de calor de acuerdo con la invención se basa en el uso de una instalación que comprende un circuito de compresión de vapor que contiene un fluido de transferencia de calor. El proceso de transferencia de calor puede ser un proceso de calefacción o de refrigeración de un fluido o de una sustancia.

35 El circuito de de compresión de vapor que contiene un fluido de transferencia de calor comprende al menos un evaporador, un compresor, un condensador y una válvula, así como líneas para el transporte de fluido de transferencia de calor entre estos elementos. El evaporador y el condensador comprenden un intercambiador de calor que permite un intercambio de calor entre el fluido de transferencia de calor y otro fluido o sustancia.

Como compresor, se puede usar en particular un compresor centrífugo con una o más etapas o un minicompresor centrífugo. Además, se pueden usar compresores giratorios, de pistón o de tornillo. El compresor se puede accionar por un motor eléctrico o por una turbina de gas (por ejemplo alimentada por el gas de escape de un vehículo, para las aplicaciones móviles) o por engranaje.

40 La instalación puede comprender una turbina para generar electricidad (ciclo de Rankine).

La instalación también puede comprender opcionalmente al menos un circuito de fluido de intercambio de calor usado para transmitir el calor (con o sin cambio de estado) entre el circuito de fluido de transferencia de calor y el fluido o sustancia a calentar o a enfriar.

45 La instalación también puede comprender opcionalmente dos circuitos de compresión de vapor (o más), que contienen fluidos de transferencia de calor, idénticos o distintos. Por ejemplo, los circuitos de compresión de vapor pueden estar acoplados entre ellos.

50 El circuito de compresión de vapor funciona de acuerdo con un ciclo clásico de compresión de vapor. El ciclo comprende el cambio de estado del fluido de transferencia de calor de una fase líquida (o bifásica líquido / vapor) a una fase de vapor a una presión relativamente baja, a continuación la compresión del fluido en fase vapor hasta una presión relativamente elevada, el cambio de estado (condensación) del fluido de transferencia de calor de la fase de

vapor hacia la fase líquida a una presión relativamente elevada, y la reducción de la presión para volver a comenzar el ciclo.

5 En el caso de un proceso de refrigeración, el calor desde el fluido o la sustancia que se enfría (directa o indirectamente, a través de un fluido de intercambio de calor) es absorbido por el fluido de transferencia de calor, durante la evaporación de este último, y éste a una temperatura relativamente baja en comparación con el entorno. Los procesos de refrigeración comprenden los procesos de climatización (con instalaciones móviles, por ejemplo en vehículos, o estacionarios), de refrigeración y de congelación o criogénicos.

10 En el caso de un proceso de calefacción, el calor se cede (directa o indirectamente, a través de un fluido de intercambio de calor) del fluido de transferencia de calor, durante la condensación del mismo, al fluido o a la sustancia que se calienta, y éste a una temperatura relativamente elevada con respecto al entorno. En este caso, la instalación que permite llevar a cabo la transferencia de calor se denomina « *bomba de calor* ».

Es posible usar cualquier tipo de intercambiador de calor para el uso de los fluidos de transferencia de calor de acuerdo con la invención, y en particular intercambiadores de calor a favor de la corriente o, preferentemente, intercambiadores de calor a contracorriente.

15 Los fluidos de transferencia de calor usados en el contexto de la presente invención son composiciones que comprenden HFO-E-1336mzz en combinación con al menos un compuesto de hidrocarburo, éter, hidrofluoroéter, hidrofluorocarburo o fluoroolefina (preferentemente un compuesto de hidrofluorocarburo o de fluoroolefina) con un punto de ebullición menor o igual que -12 °C a la presión de 101,325 kPa.

El punto de ebullición se puede medir de acuerdo con la norma NF EN 378-1 de abril de 2008.

20 El HC-600a presenta un punto de ebullición superior a -12 °C y por lo tanto no es relevante.

Preferentemente, el compuesto se elige entre HFO-1234yf, HFO-1234ze, HFO-1243zf, HFC-134a, HFC-32, HFC-152a, HFC-125, DME y HC-290.

25 En particular, las composiciones que se han mencionado anteriormente pueden ser mezclas binarias o ternarias de compuestos. En el caso de las mezclas ternarias, el fluido de transferencia de calor puede comprender HFO-E-1336mzz en combinación con dos compuestos elegidos entre HFO-1234yf, HFO-1234ze, HFO-1243zf, HFC-134a, HFC-32, HFC-152a, HFC-125, DME y HC-290; o bien HFO-E-1336mzz en combinación con un compuesto elegido entre HFO-1234yf, HFO-1234ze, HFO-1243zf, HFC-134a, HFC-32, HFC-152a, HFC-125, DME y HC-290 así como un compuesto complementario, elegido preferentemente entre hidrocarburos, hidroclorofluorocarburos, hidrofluorocarburos, fluoroéteres, éteres de hidrocarburos, amoníaco y dióxido de carbono, y de forma más particularmente preferente HC-600a.

30 De acuerdo con una realización, las composiciones que se han mencionado anteriormente no contienen HC-600a, opcionalmente no contienen HC-290, y opcionalmente no contienen hidrocarburo.

De acuerdo con una realización, las composiciones que se han mencionado anteriormente comprenden únicamente fluoroolefinas y/o hidrofluorocarburos.

35 Entre las composiciones que se han mencionado anteriormente, determinadas presentan la ventaja de ser casi azeotrópicas.

40 Se denominan « *casi azeotrópicas* » las composiciones para las que, a temperatura constante, la presión de saturación de líquido y la presión de saturación de vapor son casi idénticas (siendo la diferencia máxima de presión de un 10 %, incluso ventajosamente de un 5 %, con respecto a la presión de saturación de líquido). Estos fluidos de transferencia de calor tienen la ventaja de que son fáciles de usar. En ausencia de desplazamiento significativo de temperatura, no hay cambio significativo en la composición circulante, y tampoco ningún cambio significativo de la composición en caso de fuga.

En particular, las mezclas binarias o ternarias que presentan las composiciones siguientes son casi azeotrópicas a una temperatura de referencia de -5 °C:

- 45 - de un 1 a un 8 % de HFO-E-1336mzz y de un 92 a un 99 % de HFO-1234yf;
 - de un 1 a un 12 % de HFO-E-1336mzz y de un 88 a un 99 % de HFO-1234ze; o
 - de un 1 a un 9 % de HFO-E-1336mzz y de un 91 a un 99 % de HFC-134a; o
 - de un 1 a un 6 % de HFO-E-1336mzz y de un 94 a un 99 % de HFC-32; o
 - de un 1 a un 17 % de HFO-E-1336mzz y de un 83 a un 99 % de HFC-152a; o
 50 - de un 1 a un 26 % de HFO-E-1336mzz y de un 74 a un 99 % de HC-290; o

- de un 1 a un 10 % de HFO-E-1336mzz y de un 90 a un 99 % de HFO-1243zf; o
- de un 1 a un 10 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFC-134a y de un 1 a un 98 % de HFO-1234ze; o
- de un 1 a un 8 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFC-134a y de un 1 a un 98 % de HFO-1234yf; o
- 5 - de un 1 a un 15 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFC-134a y de un 1 a un 98 % de HFC-152a; o
- de un 1 a un 8 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFO-1234yf y de un 1 a un 98 % de HFO-1243zf; o
- de un 1 a un 8 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFC-134a y de un 1 a un 98 % de HFO-1243zf; o
- de un 1 a un 8 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFO-1234yf y de un 1 a un 98 % de HFO-1234ze; o
- 10 - de un 1 a un 20 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 30 % de HFC-134a y de un 50 a un 98 % de HC-290; o
- de un 1 a un 20 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFO-1234yf y de un 1 a un 98 % de HC-290; o
- de 1 a 13 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFO-1234yf y de un 1 a un 98 % de HFC-152a; o
- de un 1 a un 15 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFO-1234ze y de un 1 a un 98 % de HFC-152a; o
- de un 1 a un 20 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFO-1234ze y de un 1 a un 98 % de HC-290.

15 Además, se ha encontrado que determinadas composiciones de acuerdo con la invención presentan mejores rendimientos con respecto al HFO-1234ze, y que son cercanas a los del HC-600a, en particular para los procesos de refrigeración o de calefacción a temperatura moderada, es decir, aquellos en los que la temperatura del fluido o de la sustancia refrigerada es de -15 °C a 15 °C, preferentemente de -10 °C a 10 °C, de forma más particularmente preferente de -5 °C a 5 °C (idealmente de aproximadamente 0 °C). En particular, estas composiciones son las mezclas binarias o ternarias siguientes:

- de un 10 a un 50 % de HFO-E-1336mzz y de un 50 a un 90 % de HFO-1234ze (en particular de 30 a 40 % de HFO-E-1336mzz y de un 60 a un 70 % de HFO-1234ze);
- de un 55 a un 95 % de HFO-E-1336mzz y de un 5 a un 45 % de HFC-134a;
- 25 - de un 1 a un 98 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFO-1234ze y de un 1 a un 40 % de HFC-134a, preferentemente de un 2 a un 40 % de HFO-E-1336mzz, de un 20 a un 93 % de HFO-1234ze y de un 5 a un 40 % de HFC-134a y de forma más particularmente preferente de un 2 a un 35 % de HFO-E-1336mzz, de 33 a 89 % de HFO-1234ze y de un 9 a un 32 % de HFC-134a;
- de un 1 a un 98 % de HFO-E-1336mzz, de un 1 a un 98 % de HFO-1234yf y de un 1 a un 50 % de HFC-134a, preferentemente de un 2 a un 60 % de HFO-E-1336mzz, de un 2 a un 93 % de HFO-1234yf y de un 5 a un 50 % de HFC-134a y de forma más particularmente preferente de un 5 a un 45 % de HFO-E-1336mzz, de un 11 a un 86 % de HFO-1234yf y de un 9 a un 44 % de HFC-134a.
- 30

En los procesos de « refrigeración o de calefacción a temperatura moderada » que se han mencionado anteriormente, la temperatura de entrada del fluido de transferencia de calor al evaporador es preferentemente de -20 °C a 10 °C, en particular de -15 °C a 5 °C, de forma más particularmente preferente de -10 °C a 0 °C y por ejemplo de aproximadamente -5 °C; y la temperatura del comienzo de la condensación del fluido de transferencia de calor al condensador es preferentemente de 25 °C a 90 °C, en particular de 30 °C a 70 °C, de forma más particularmente preferente de 35 °C a 55 °C y por ejemplo de aproximadamente 50 °C. Estos procesos pueden ser procesos de refrigeración, de climatización o de calefacción.

Las composiciones de acuerdo con la invención también pueden ser útiles como agente de expansión, aerosol o disolvente.

Ejemplos

Los ejemplos siguientes ilustran de invención sin limitarla.

Ejemplo 1 – método de cálculo de las propiedades de los fluidos de transferencia de calor en las diferentes configuraciones previstas

45 La ecuación RK-Soave se usa para el cálculo de densidades, entalpías, entropías y datos de equilibrio líquido vapor de las mezclas. El uso de esta ecuación necesita el conocimiento de las propiedades de las sustancias puras usadas en las mezclas en cuestión y también los dirigentes de interacción para cada mezcla binaria.

Los datos disponibles para cada sustancia pura son la temperatura de ebullición, temperatura crítica y la presión crítica, la curva de presión en función de la temperatura a partir del punto de ebullición hasta el punto crítico, Las densidades de líquido saturado y de vapor saturado en función de la temperatura.

Los datos disponibles para HFC se publican en capítulo 20 del ASHRAE Handbook 2005 y también están disponibles en Refprop (Software desarrollado por NIST para el cálculo de las propiedades de los fluidos refrigerantes).

ES 2 511 147 T3

Los datos de la curva de temperatura-presión de HFO se miden con el método estático. La temperatura crítica y la presión crítica se miden con un calorímetro C80 comercializado por Setaram.

La ecuación RK-Soave usa coeficientes de interacción binaria para representar el comportamiento de los productos en mezclas. Los coeficientes se calculan en función de los datos experimentales de equilibrio líquido vapor.

- 5 La técnica usada para las medidas de equilibrio líquido vapor es el método de celda estática analítica. La celda de equilibrio comprende un tubo de zafiro y está equipada con dos muestreadores electromagnéticos ROLSITM. Está sumergida en un baño criotermostático (HUBER HS40). Una agitación magnética impulsada por un campo giratorio a velocidad variable se usa para acelerar la obtención de los equilibrios. El análisis de las muestras se realizó por cromatografía (HP5890 serie II) en fase gaseosa usando un catarómetro (TCD).
- 10 Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFC-134a / HFO-1234ze se realizan para la isoterma siguiente: 20 °C.
- Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFC-134a / HFO-1234yf se realizan para la isoterma siguiente: 20 °C.
- 15 Los datos de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFO-1243zf / HFO-1234yf se realizan para la isoterma siguiente: 21 °C.
- Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFC-134a / HFO-1243zf se realizan para la isoterma siguiente: 10 °C.
- Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFO-1234ze / HFO-1234yf se realizan para la isoterma siguiente: 18 °C.
- 20 Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HC-290 / HFO-1234yf se realizan para las isotermas siguientes: -10 y 55 °C.
- Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFC-152a / HFO-1234yf se realizan para la isoterma siguiente: 10 °C.
- 25 Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFC-152a / HFO-1234ze se realizan para la isoterma siguiente: 15 °C.
- Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFC-134a / HFO-E-1336mzz se realizan para la isoterma siguiente: 45 °C.
- Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFC-32 / HFO-E-1336mzz se realizan para la isoterma siguiente: 45 °C.
- 30 Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFC-152a / HFO-E-1336mzz se realizan para la isoterma siguiente: 45 °C.
- Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HC-290 / HFO-E-1336mzz se realizan para la isoterma siguiente: 45 °C.
- 35 Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFO-1234yf / HFO-E-1336mzz se realizan para la isoterma siguiente: 45 °C.
- Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFO-1243zf / HFO-E-1336mzz se realizan para la isoterma siguiente: 45 °C.
- Las medidas de equilibrio líquido vapor para la mezcla binaria HFO-1234ze / HFO- E-1336mzz se realizan para la isoterma siguiente: 45 °C.
- 40 Para la evaluación de las eficiencias energéticas, se considera un sistema de compresión equipado con un evaporador y condensador a contracorriente, un compresor de tornillo y una válvula.
- El sistema funciona con 5 °C de sobrecalentamiento. La temperatura de evaporación es de -5 °C y la temperatura de condensación es de 50 °C.

El coeficiente de rendimiento (COP) se define como la potencia de salida útil proporcionada por el sistema Y la potencia aportada o consumida por el sistema.

El coeficiente de rendimiento de Lorenz (COP_{Lorenz}) es un coeficiente de rendimiento de referencia. Es función de las temperaturas y se usa para comparar los COP de diferentes fluidos.

5 El coeficiente de rendimiento de Lorenz se define como sigue a continuación (las temperaturas T están en K):

$$T_{media}^{condensador} = T_{entrada}^{condensador} - T_{salida}^{condensador}$$

$$T_{media}^{evaporador} = T_{entrada}^{evaporador} - T_{salida}^{evaporador}$$

El COP de Lorenz en el caso del aire acondicionado y de la refrigeración es:

$$COP_{Lorenz} = \frac{T_{media}^{evaporador}}{T_{media}^{condensador} - T_{media}^{evaporador}}$$

El COP de Lorenz en el caso de calefacción es:

$$COP_{Lorenz} = \frac{T_{media}^{condensador}}{T_{media}^{condensador} - T_{media}^{evaporador}}$$

10

Para cada composición, el coeficiente de rendimiento del ciclo de Lorenz se calcula en función de las temperaturas correspondientes.

En las tablas que siguen a continuación, « Temp (°C) » se refiere a la temperatura, « P sat líquido » se refiere a la presión de saturación de líquido de, « P sat vapor » se refiere a la presión de saturación de vapor, « Dif. Presión (%) » se refiere a la relación de la diferencia entre la presión de saturación de líquido y la presión de saturación de vapor, con respecto a la presión de saturación de líquido (en %), « Temp salida evap » se refiere a la temperatura del fluido a la salida del evaporado, « Temp salida comp » se refiere a la temperatura del fluido a la salida del compresor, « T salida cond » se refiere a la temperatura del fluido a la salida del condensador, « Temp entrada válvula » se refiere a la temperatura del fluido a la entrada de la válvula, « evap P (bar) » refiere a la presión del fluido en el evaporador, « cond P (bar) » se refiere a la presión del fluido en el condensador, « Relación (p/p) » se refiere a la relación de compresión, « Despl » se refiere al desplazamiento de temperatura, « % de CAP » se refiere a la capacidad volumétrica del fluido con respecto al fluido de referencia indicar en primera línea, « %COP/COP_{Lorenz} » se refiere a la relación del COP del sistema con respecto al COP del ciclo de Lorenz correspondiente.

Ejemplo 2 – Datos para las mezclas casi azeotrópicas

25 Mezcla de HFO-1234yf / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)		Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFO-1234yf	HFO-E-1336mzz				
98	2	-5	2,6	2,5	3
96	4	-5	2,6	2,4	6
94	6	-5	2,5	2,3	8
93	7	-5	2,5	2,3	9

ES 2 511 147 T3

Mezcla de HFO-1234ze/HFO-E-1336mzz:

Composición (%)		Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFO-1234ze	HFO-E-1336mzz				
96	4	-5	1,7	1,7	4
95	5	-5	1,7	1,7	4
91	9	-5	1,7	1,6	8
90	10	-5	1,7	1,5	8
89	11	-5	1,7	1,5	9
88	12	-5	1,7	1,5	10

Mezcla de HFC-134a / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)		Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFC-134a	HFO-E-1336mzz				
96	4	-5	2,4	2,3	4
95	5	-5	2,4	2,2	5
91	9	-5	2,3	2,1	10

5 Mezcla de HFC-32 / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)		Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFC-32	HFO-E-1336mzz				
99	1	-5	6,9	6,8	2
98	2	-5	6,9	6,6	3
96	4	-5	6,8	6,3	7
95	5	-5	6,8	6,2	9

Mezcla de HFC-152a / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)		Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFC-152a	HFO-E-1336mzz				
98	2	-5	2,2	2,2	1
96	4	-5	2,2	2,1	2
94	6	-5	2,2	2,1	4
92	8	-5	2,1	2,0	5
90	10	-5	2,1	2,0	6
88	12	-5	2,1	2,0	7
86	14	-5	2,1	1,9	8
84	16	-5	2,1	1,9	9

ES 2 511 147 T3

Mezcla de HC-290 / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)		Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HC-290	HFO-E- 1336mzz				
98	2	-5	4,0	4,0	0
96	4	-5	4,0	4,0	0
94	6	-5	4,0	4,0	1
92	8	-5	4,0	4,0	1
90	10	-5	4,0	4,0	1
85	15	-5	4,0	3,9	3
80	20	-5	3,9	3,7	5
75	25	-5	3,9	3,6	9

Mezcla de HFO-1243zf / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)		Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFO-1243zf	HFO-E- 1336mzz				
98	2	-5	2,3	2,2	2
96	4	-5	2,2	2,1	4
94	6	-5	2,2	2,1	6
93	7	-5	2,2	2,1	7
92	8	-5	2,2	2,0	8
90	10	-5	2,2	2,0	10

5 Mezcla de HFC-134a / HFO-1234ze / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFC-134a	HFO-1234ze	HFO-E-1336mzz				
3	90	7	-5	1,7	1,6	7
10	83	7	-5	1,8	1,7	8
20	73	7	-5	1,9	1,7	9
30	63	7	-5	2,0	1,8	10
40	53	7	-5	2,1	1,9	10
50	43	7	-5	2,1	1,9	10
3	89	8	-5	1,7	1,6	8
10	82	8	-5	1,8	1,6	9
20	72	8	-5	1,9	1,7	10
3	88	9	-5	1,7	1,6	8
10	81	9	-5	1,8	1,6	10
3	87	10	-5	1,7	1,6	9

ES 2 511 147 T3

Mezcla de HFC-134a / HFO-1234yf / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFC-134a	HFO-1234yf	HFO-E-1336mzz				
2	93	5	-5	2,6	2,4	7
10	85	5	-5	2,6	2,4	8
15	80	5	-5	2,6	2,4	8
20	75	5	-5	2,6	2,4	8
25	70	5	-5	2,6	2,4	8
30	65	5	-5	2,6	2,4	8
40	55	5	-5	2,6	2,4	8
50	45	5	-5	2,6	2,4	8
60	35	5	-5	2,6	2,4	8
70	25	5	-5	2,5	2,4	8
80	15	5	-5	2,5	2,3	7
90	5	5	-5	2,4	2,3	6
5	89	6	-5	2,6	2,3	9
10	84	6	-5	2,6	2,4	9
20	74	6	-5	2,6	2,4	9
30	64	6	-5	2,6	2,4	9
40	54	6	-5	2,6	2,4	9
50	44	6	-5	2,6	2,4	9
60	34	6	-5	2,6	2,3	9
70	24	6	-5	2,5	2,3	9
80	14	6	-5	2,5	2,3	8
90	4	6	-5	2,4	2,2	7
5	88	7	-5	2,6	2,3	10
10	83	7	-5	2,6	2,3	10
60	33	7	-5	2,6	2,3	10
70	23	7	-5	2,5	2,3	10
80	13	7	-5	2,5	2,2	9
90	3	7	-5	2,4	2,2	8

Mezcla de HFC-134a / HFC-152a / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFC-134a	HFC-152a	HFO-E-1336mzz				
5	87	8	-5	2,1	2,0	5
10	82	8	-5	2,1	2,0	5
20	72	8	-5	2,1	2,0	5
30	62	8	-5	2,2	2,0	5

ES 2 511 147 T3

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFC-134a	HFC-152a	HFO-E-1336mzz				
50	42	8	-5	2,2	2,1	6
70	22	8	-5	2,2	2,1	6
90	2	8	-5	2,3	2,1	8
5	83	12	-5	2,1	2,0	7
10	78	12	-5	2,1	2,0	7
20	68	12	-5	2,1	2,0	7
30	58	12	-5	2,1	2,0	8
60	28	12	-5	2,2	2,0	9
5	80	15	-5	2,1	1,9	9
10	75	15	-5	2,1	1,9	9
20	65	15	-5	2,1	1,9	9
30	55	15	-5	2,1	1,9	10
40	45	15	-5	2,1	1,9	10

Mezcla de HFC-134a / HFO-1243zf / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFC-134a	HFO-1243zf	HFO-E-1336mzz				
5	87	8	-5	2,2	2,0	8
10	82	8	-5	2,2	2,0	8
20	72	8	-5	2,3	2,1	8
30	62	8	-5	2,3	2,1	9
40	52	8	-5	2,3	2,1	9
50	42	8	-5	2,3	2,1	9
60	32	8	-5	2,3	2,1	9
70	22	8	-5	2,3	2,1	9
80	12	8	-5	2,3	2,1	9
90	2	8	-5	2,3	2,1	9

Mezcla de HFC-134a / HC-290 / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFC-134a	HC-290	HFO-E-1336mzz				
5	86	9	-5	4,2	4,0	3
10	81	9	-5	4,3	4,1	5
20	71	9	-5	4,5	4,2	7
5	80	15	-5	4,1	3,9	5
10	75	15	-5	4,2	3,9	7
5	75	20	-5	4,1	3,8	8

ES 2 511 147 T3

Mezcla de HFO-1234yf / HFO-1234ze / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFO-1234yf	HFO-1234ze	HFO-E-1336mzz				
5	90	5	-5	1,8	1,7	6
15	80	5	-5	1,9	1,8	8
25	70	5	-5	2,0	1,8	9
35	60	5	-5	2,1	1,9	10
10	82	8	-5	1,8	1,6	10

Mezcla de HFC-1234yf / HC-290 / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFC-1234yf	HC-290	HFO-E-1336mzz				
10	82	8	-5	4,1	4,0	2
20	72	8	-5	4,2	4,1	3
30	62	8	-5	4,3	4,1	4
40	52	8	-5	4,3	4,0	6
50	42	8	-5	4,3	3,9	10
10	78	12	-5	4,1	4,0	4
20	68	12	-5	4,2	4,0	5
30	58	12	-5	4,3	3,9	8
5	75	20	-5	4,0	3,7	7
10	70	20	-5	4,0	3,7	9

5 Mezcla de HFO-1234yf / HFO-1243zf / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFO-1234yf	HFO-1243zf	HFO-E-1336mzz				
10	82	8	-5	2,2	2,0	8
20	72	8	-5	2,3	2,1	9
30	62	8	-5	2,3	2,1	9
40	52	8	-5	2,3	2,1	9
50	42	8	-5	2,4	2,1	10
60	32	8	-5	2,4	2,2	10
70	22	8	-5	2,4	2,2	10
80	12	8	-5	2,5	2,2	10

ES 2 511 147 T3

Mezcla de HC-290 / HFO-1234ze / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HC-290	HFO-1234ze	HFO-E-1336mzz				
70	20	10	-5	3,8	3,4	9
80	10	10	-5	3,9	3,7	5
85	5	10	-5	4,0	3,8	3
75	5	20	-5	3,9	3,6	8

Mezcla de HFO-1234yf / HFC-152a / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFO-1234yf	HFC-152a	HFO-E-1336mzz				
90	5	5	-5	3	2	7
60	35	5	-5	3	2	7
50	45	5	-5	3	2	7
40	55	5	-5	2	2	7
20	75	5	-5	2	2	6
10	85	5	-5	2	2	5
30	60	10	-5	2	2	10
20	70	10	-5	2	2	9
10	80	10	-5	2	2	8
7	80	13	-5	2	2	9
2	85	13	-5	2	2	8

5 Mezcla de HFO-1234ze / HFC-152a / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFO-1234ze	HFC-152a	HFO-E-1336mzz				
90	5	5	-5	1,8	1,7	5
70	25	5	-5	2,0	1,8	6
50	45	5	-5	2,0	1,9	5
30	65	5	-5	2,1	2,0	4
10	85	5	-5	2,2	2,1	3
85	5	10	-5	1,7	1,6	9
75	15	10	-5	1,8	1,7	10
65	25	10	-5	1,9	1,7	10
40	50	10	-5	2,0	1,9	8
30	60	10	-5	2,1	1,9	8
20	70	10	-5	2,1	1,9	7
10	80	10	-5	2,1	2,0	7

ES 2 511 147 T3

Composición (%)			Temp. (°C)	P sat. líquido	P sat. vapor	Dif. de presión (%)
HFO-1234ze	HFC-152a	HFO-E-1336mzz				
15	70	15	-5	2,1	1,9	10
5	80	15	-5	2,1	1,9	9

Ejemplo 3 – Resultados para una refrigeración a temperatura moderada, comparación con HFO-1234ze

Mezcla de HFO-1234ze / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)		Temp salida evap (° C)	Temp salida comp (° C)	Temp salida cond (° C)	Temp entrada válvula (° C)	evap P (bar)	cond P (bar)	Relación (p/p)	Despl	rendimiento comp	% CAP	% COP / COPLorenz
HFO-1234ze		-5	63	50	47	1,8	10,0	5,6	0,00	74,8	100	53
HFO-1234ze	HFO-E-1336mzz											
95	5	-4	62	49	47	1,7	9,6	5,6	0,94	75,1	99	53
85	15	-3	61	48	45	1,6	8,8	5,5	2,43	75,4	95	54
75	25	-2	60	47	44	1,5	8,1	5,5	3,49	75,5	90	55
65	35	-1	59	46	43	1,3	7,4	5,5	4,16	75,4	85	55

5 Mezcla de HFC-134a/ HFO-E-1336mzz:

Composición (%)		Temp salida evap (° C)	Temp salida comp (° C)	Temp salida cond (° C)	Temp entrada válvula (° C)	evap P (bar)	cond P (bar)	Relación (p/p)	Despl	rendimiento comp	% CAP	% COP / COPLorenz
HFO-1234ze		-5	63	50	47	1,8	10,0	5,6	0,00	74,8	100	53
HFO-134a	HFO-E-1336mzz											
95	5	-4	70	49	47	2,4	12,6	5,3	1,24	76,3	137	55
85	15	-1	68	47	45	2,2	11,4	5,2	3,52	76,9	132	57
75	25	1	66	45	43	2,0	10,3	5,0	5,53	77,5	127	58
65	35	2	64	43	41	1,9	9,2	5,0	7,01	77,9	120	59

ES 2 511 147 T3

Composición (%)		Temp salida evap (° C)	Temp salida comp (° C)	Temp salida cond (° C)	Temp entrada válvula (° C)	evap P (bar)	cond P (bar)	Relación (p/p)	Despl	rendimiento comp	% CAP	% COP / COPLorenz
HFO-1234ze		-5	63	50	47	1,8	10,0	5,6	0,00	74,8	100	53
HFO-134a	HFO-E-1336mzz											
55	45	3	61	42	39	1,7	8,2	4,9	7,91	78,0	112	60
45	55	3	59	41	38	1,5	7,3	5,0	8,14	77,7	101	60
35	65	3	58	40	38	1,3	6,5	5,2	7,59	76,9	89	60
25	75	1	56	41	38	1,0	5,8	5,6	6,14	75,0	74	58

Mezcla de HFC-134a / HFO-1234ze / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp salida evap (° C)	Temp salida comp (° C)	Temp salida cond (° C)	Temp entrada válvula (° C)	evap P (bar)	cond P (bar)	Relación (p/p)	Despl	rendimiento comp	% CAP	% COP / COPLorenz
HFO-1234ze			-5	63	50	47	1,8	10,0	5,6	0,00	74,8	100	53
HFC-134a	HFO-1234ze	HFO-E-1336mzz											
10	70	20	-1	61	46	44	1,6	8,7	5,4	3,51	76,0	99	55
10	65	25	-1	61	46	43	1,6	8,4	5,4	4,05	76,0	97	56
10	60	30	-1	60	45	43	1,5	8,0	5,4	4,50	76,1	94	56
10	55	35	0	60	45	42	1,4	7,7	5,4	4,86	76,0	92	56
15	70	15	-2	62	47	44	1,7	9,3	5,4	3,06	76,0	104	55
15	65	20	-1	62	46	44	1,7	8,9	5,4	3,71	76,1	101	55
15	60	25	-1	61	46	43	1,6	8,5	5,3	4,29	76,3	100	56
15	55	30	0	60	45	42	1,5	8,2	5,3	4,77	76,3	97	56
20	70	10	-3	63	48	45	1,8	9,9	5,4	2,40	75,9	108	55
20	65	15	-2	63	47	44	1,8	9,4	5,4	3,21	76,2	106	55
20	60	20	-1	62	46	44	1,7	9,1	5,3	3,90	76,3	104	56
20	55	25	0	62	45	43	1,6	8,7	5,3	4,51	76,5	103	56
30	65	5	-3	65	48	46	2,0	10,7	5,4	1,59	75,8	114	54
30	60	10	-2	64	47	45	1,9	10,2	5,4	2,59	76,1	113	55
30	55	15	-2	63	47	44	1,8	9,8	5,3	3,45	76,4	111	56
40	55	5	-3	65	48	46	2,0	11,0	5,4	1,65	75,9	118	55
40	50	10	-2	65	47	45	2,0	10,5	5,3	2,70	76,3	117	55
40	45	15	-1	64	47	44	1,9	10,1	5,3	3,61	76,6	116	56

ES 2 511 147 T3

Mezcla de HFC-134a / HFO-1234yf / HFO-E-1336mzz:

Composición (%)			Temp salida evap (° C)	Temp salida comp (° C)	Temp salida cond (° C)	Temp entrada válvula (° C)	evap P (bar)	cond P (bar)	Relación (p/p)	Despl	rendimiento comp	% CAP	% COP / COP _{Lorenz}
HFO-1234ze			-5	63	50	47	1,8	10,0	5,6	0,00	74,8	100	53
HFO-1234yf	HFC-134a	HFO-E-1336mzz											
60	10	30	3	58	44	41	2,0	9,4	4,6	7,55	79,1	120	58
55	10	35	3	58	43	40	1,9	8,9	4,6	8,14	79,2	117	59
50	10	40	4	57	42	39	1,8	8,4	4,6	8,56	79,1	113	59
45	10	45	4	57	41	38	1,7	7,9	4,7	8,80	79,0	108	59
60	15	25	2	59	44	42	2,2	10,0	4,6	6,86	79,1	124	57
55	15	30	3	59	44	41	2,0	9,4	4,6	7,63	79,2	121	58
50	15	35	3	58	43	40	1,9	8,9	4,6	8,21	79,2	118	59
45	15	40	4	58	42	39	1,8	8,4	4,6	8,62	79,1	114	59
55	20	25	2	60	44	42	2,2	10,0	4,6	6,91	79,1	126	57
50	20	30	3	59	43	41	2,1	9,5	4,6	7,67	79,1	123	58
45	20	35	3	59	43	40	1,9	9,0	4,6	8,25	79,2	119	59
40	20	40	4	58	42	39	1,8	8,5	4,6	8,65	79,1	115	59
60	30	10	-1	62	48	45	2,5	11,9	4,8	3,53	78,6	134	55
55	30	15	0	61	46	44	2,4	11,3	4,7	4,87	78,8	132	56
50	30	20	1	61	45	43	2,3	10,7	4,7	5,98	78,9	130	57
45	30	25	2	61	44	42	2,2	10,1	4,7	6,90	79,0	127	58
55	40	5	-3	63	49	46	2,6	12,7	4,9	1,93	78,2	136	54
50	40	10	-2	63	48	45	2,5	12,0	4,8	3,49	78,4	135	55
45	40	15	0	62	47	44	2,4	11,4	4,8	4,80	78,6	133	56

REIVINDICACIONES

1. Composición que comprende (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno en mezcla con al menos un compuesto de hidrocarburo, hidrofluorocarburo, éter, hidrofluoroéter o fluoroolefina que presenta un punto de ebullición menor o igual que -12 °C a la presión de 101,325 KPa.
- 5 2. Composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el compuesto se elige entre 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 3,3,3-trifluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, 1,1-difluoroetano, difluorometano, pentafluoroetano, propano, dimetiléter y las mezclas de los mismos.
3. Composición de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que consiste en una mezcla de:
- 10 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y un compuesto elegido entre 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 3,3,3-trifluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, 1,1-difluoroetano, difluorometano, pentafluoroetano y propano; o
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y dos compuestos elegidos entre 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 3,3,3-trifluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, 1,1-difluoroetano, difluorometano, pentafluoroetano, propano e isobutano.
- 15 4. Composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende y que preferentemente consiste en una mezcla de:
- 20 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y 3,3,3-trifluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y 1,1-difluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y difluorometano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 25 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y 1,1-difluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y 3,3,3-trifluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y isobutano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y propano;
 30 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, isobutano y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, isobutano y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, isobutano y 1,1-difluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, isobutano y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 3,3,3-trifluoropropeno y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 35 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 3,3,3-trifluoropropeno y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 3,3,3-trifluoropropeno y isobutano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 3,3,3-trifluoropropeno y 1,1-difluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 3,3,3-trifluoropropeno y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 40 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1-difluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y propano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1-difluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, 1,1-difluoroetano y propano;
 45 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y 3,3,3-trifluoropropeno;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y 1,1-difluoroetano;
 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y difluorometano;
 50 - (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, pentafluoroetano y 1,1,1,2-tetrafluoroetano.
5. Composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la diferencia entre la presión de saturación de líquido y la presión de saturación de vapor a una temperatura de -5 °C es menor o igual que un 10 % de la presión de saturación de líquido, y que preferentemente comprende o consiste en:
- 55 - de un 1 a un 8 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 92 a un 99 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
 - de un 1 a un 12 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 88 a un 99 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
 - de un 1 a un 9 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 91 a un 99 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano; o

- de un 1 a un 6 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 94 a un 99 % de difluorometano; o
- de un 1 a un 17 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 83 a un 99 % de 1,1-difluoroetano; o
- de un 1 a un 26 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 74 a un 99 % de propano; o
- 5 - de un 1 a un 10 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 90 a un 99 % de 3,3,3-trifluoropropeno; o
- de un 1 a un 10 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de un 1 a un 98 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
- de un 1 a un 8 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
- 10 - de un 1 a un 15 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de un 1 a un 98 % de 1,1-difluoroetano; o
- de un 1 a un 8 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de 3,3,3-trifluoropropeno; o
- de un 1 a un 8 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de un 1 a un 98 % de 3,3,3-trifluoropropeno; o
- 15 - de un 1 a un 8 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
- de un 1 a un 20 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 30 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de un 50 a un 98 % de propano; o
- de un 1 a un 20 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de propano; o
- 20 - de un 1 a un 13 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de 1,1-difluoroetano; o
- de un 1 a un 15 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de 1,1-difluoroetano; o
- 25 - de un 1 a un 20 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 98 % de propano.

6. Composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende y que preferentemente consiste en:

- 30 - de un 10 a un 50 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 50 a un 90 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, preferentemente de un 30 a un 40 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 60 a un 70 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno; o
- de un 55 a un 95 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno y de un 5 a un 45 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano; o
- de un 1 a un 98 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 50 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano, preferentemente de un 2 a un 60 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno,
- 35 de un 2 a un 93 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 5 a un 50 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de forma más particularmente preferente de un 5 a un 45 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 11 a un 86 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 9 a un 44 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano; o
- de un 1 a un 98 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de un 1 a un 98 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 1 a un 40 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano, preferentemente de un 2 a un 40 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno,
- 40 de un 20 a un 93 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 5 a un 40 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de forma más particularmente preferente de un 2 a un 35 % de (E)-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno, de 33 a 89 % de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y de un 9 a un 32 % de 1,1,1,2-tetrafluoroetano.

7. Uso de la composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, como fluido de transferencia de calor.

- 45 8. Composición de transferencia de calor, que comprende la composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 así como uno o varios aditivos elegidos entre lubricantes, estabilizantes, tensioactivos, agentes marcadores, agentes fluorescentes, agentes olorosos, agentes de solubilización y sus mezclas.

9. Instalación de transferencia de calor que comprende un circuito de compresión de vapor que contiene una composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 como fluido de transferencia de calor o que contiene una composición de transferencia de calor de acuerdo con la reivindicación 8.

- 50 10. Instalación de acuerdo con la reivindicación 9, elegida entre las instalaciones móviles o estacionarias de calefacción por bomba de calor, climatización, refrigeración, congelación y los ciclos de Rankine.

- 55 11. Proceso de calefacción o de refrigeración de un fluido o de una sustancia por medio de un circuito de compresión de vapor que contiene un fluido de transferencia de calor, comprendiendo dicho proceso la evaporación sucesiva del fluido de transferencia de calor, la compresión del fluido de transferencia de calor, la condensación del fluido de transferencia de calor y la expansión del fluido de transferencia de calor, en el que el fluido de transferencia de calor es una composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6.

5 12. Proceso de acuerdo con la reivindicación 11, que es un proceso de refrigeración de un fluido o de una sustancia, en el que la temperatura del fluido o de la sustancia refrigerada es de -15 °C a 15 °C, y preferentemente de -10 °C a 10 °C, de forma más particularmente preferente de -5 °C a 5 °C; o que es un proceso de calefacción de un fluido o de una sustancia, en el que la temperatura del fluido o de la sustancia calentada es de 30 °C a 90 °C, y preferentemente de 35 °C a 60 °C, de forma más particularmente preferente de 40 °C a 50 °C.

10 13. Proceso de reducción del impacto medioambiental de una instalación de transferencia de calor que comprende un circuito de compresión de vapor que contiene un fluido de transferencia de calor inicial, comprendiendo dicho proceso una etapa de sustitución del fluido de transferencia de calor inicial en el circuito de compresión de vapor por un fluido de transferencia final, presentando el fluido de transferencia final un GWP inferior al del fluido de transferencia de calor inicial, en el que el fluido de transferencia de calor final es una composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6.