

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 836 951**

51 Int. Cl.:

C09K 5/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2010 PCT/IB2010/055863**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2011 WO11073934**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2010 E 10810942 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.09.2020 EP 2513244**

54 Título: **Procedimiento de aplicación de fluidos para transferencia de calor con inflamabilidad reducida**

30 Prioridad:

18.12.2009 FR 0959175

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

28.06.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ANDRE, DAVID;
BOUSSAND, BÉATRICE y
RACHED, WISSAM**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 836 951 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de aplicación de fluidos para transferencia de calor con inflamabilidad reducida

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a la utilización de fluidos para transferencia de calor cuya inflamabilidad es reducida mediante una reducción de la humedad relativa del aire, en el marco de sistemas de enfriamiento o calefacción.

Antecedentes técnicos

10 Los fluidos con base en compuestos fluorocarbonados son ampliamente utilizados en numerosos dispositivos industriales, especialmente de aire acondicionado, de bomba de calor o de refrigeración. Estos dispositivos tienen en común que se basan en un ciclo termodinámico que comprende la vaporización del fluido a baja presión (en la cual el fluido absorbe el calor); la compresión del fluido vaporizado hasta una presión elevada; la condensación del fluido vaporizado en líquido a presión elevada (en la cual el fluido rechaza el calor); y la expansión del fluido para finalizar el ciclo.

15 La elección de un fluido para transferencia de calor (el cual puede ser un compuesto puro o una mezcla de compuestos) está dictada por un lado por las propiedades termodinámicas del fluido y por otro lado por las limitaciones adicionales.

En particular, según la inflamabilidad del fluido, deben adoptarse medidas de seguridad más o menos estrictas para la utilización de este fluido en algunas aplicaciones, o bien la utilización de este fluido puede ser incluso prohibida en otras aplicaciones.

20 Otro criterio importante es aquel del impacto del fluido considerado sobre el medio ambiente. Es así como los compuestos clorados (clorofluorocarburos e hidroclofluorocarburos) presentan la desventaja de dañar la capa de ozono. Por lo tanto, actualmente se prefieren en general compuestos no clorados tales como hidrofluorocarburos, fluoroéteres y más recientemente fluoroolefinas (o fluoroalquenos). Las fluoroolefinas presentan además en general un tiempo de vida corto y, por lo tanto, un potencial de calentamiento global (GWP) más bajo que los otros compuestos.

25 A este respecto, los documentos WO 2004/037913 y WO 2005/105947 imparten la utilización de composiciones que comprenden al menos un fluoroalqueno que tiene tres o cuatro átomos de carbono, especialmente el pentafluoropropeno y el tetrafluoropropeno, en cuanto a fluidos para transferencia de calor.

Los documentos WO 2007/053697 y WO 2007/126414 divulgan mezclas de fluoroolefinas y otros compuestos para transferencia de calor en cuanto a fluidos para transferencia de calor.

30 La solicitud de patente WO 2009/047542 se refiere a las composiciones para transferencia de calor que comprenden 3,3,3-trifluoropropeno (R-1243zf), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a) y difluorometano (R-32) los cuales pueden ser utilizados en los sistemas de ventilación.

<<Air conditioning>>, Wikipedia (diciembre de 2009) es una presentación general del aire acondicionado. Según este artículo, el aire acondicionado permite estabilizar la temperatura y la humedad del aire.

35 El artículo de Takisawa et al., *J. of Hazardous Materials*, Elsevier volumen 172 (2-3), páginas 1329-1338 (2009) se refiere a un estudio con el propósito de poder sustituir otros fluidos refrigerantes con HFC, cuyo potencial de calentamiento global (GWP) es elevado. Los HFC134a, HFC125 o HFC32 tienen GWP de 1430 a 675. Este artículo subraya la importancia de sustituir con fluidos cuyo GWP es más bajo y propone ya sea el uso de HFC con GWP más bajo como es el caso para el HFC41 o el HFC161 o bien las modificaciones en la estructura carbonada, las cuales conducen a los fluoroalquenos, entre los cuales está el 1234yf (GWP=4). El estudio se centra en el 1234yf y en la inflamabilidad de los fluidos que pueden reemplazar los HFC.

40 La solicitud de patente US 2008/230738 se refiere a las composiciones refrigerantes o las composiciones para transferencia de calor que permiten tener un bajo GWP. Estas composiciones comprenden el HFC 1225ye (1,2,3,3,3-pentafluoropropeno) y al menos otro producto (que puede ser especialmente 1234yf, 1234ze, 134a, HFC 32, HFC 125). Sin embargo, este documento no proporciona los medios para utilizar los fluidos en un procedimiento aplicado con total seguridad. Guarda silencio con respecto a un procedimiento de enfriamiento o calefacción, o un procedimiento de protección contra los riesgos de incendio o explosión. Sin embargo, los compuestos olefínicos tienen tendencia a ser más inflamables que los compuestos saturados.

45 Por lo tanto, existe una necesidad real de obtener y utilizar fluidos para transferencia de calor menos inflamables que aquellos del estado de la técnica, sin degradar el GWP de los fluidos para transferencia de calor.

Además, existe una necesidad de obtener y utilizar fluidos para transferencia de calor que presenten un GWP más bajo que el de los fluidos para transferencia de calor del estado de la técnica, sin aumentar la inflamabilidad de los fluidos para transferencia de calor.

Resumen de la invención

5 La invención se refiere en primer lugar a un procedimiento de enfriamiento o calefacción de un fluido o un cuerpo a través de un circuito de compresión de vapor que contiene un fluido para transferencia de calor, estando el dicho circuito al menos parcialmente contenido en un recinto, y siendo la humedad relativa del aire en el recinto inferior o igual a un valor H_1 umbral el cual es inferior al 40%, siendo la inflamabilidad del fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa inferior a la inflamabilidad del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa.

10 Según la invención, H_1 presenta un valor de preferencia inferior o igual al 35%, de preferencia inferior o igual al 30%, de preferencia inferior o igual al 25%, de preferencia inferior o igual al 20%, de preferencia inferior o igual al 15%, de preferencia inferior o igual al 10%, de preferencia inferior o igual al 5%.

15 Según un modo de realización, la humedad relativa del aire en el recinto se mantiene en un valor inferior o igual a H_1 por la deshumidificación del aire del recinto, de preferencia por condensación del vapor de agua en el aire del recinto o por contacto del aire del recinto con un agente deshidratante.

Según un modo de realización:

- el fluido para transferencia de calor no es inflamable a la humedad H_1 relativa y es inflamable al 50% de humedad relativa; o

20 - el fluido para transferencia de calor es inflamable a la humedad H_1 relativa y es inflamable al 50% de humedad relativa, y el límite inferior de inflamabilidad del fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa es superior al límite inferior de inflamabilidad del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa; o

- el fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa pertenece a una clase de inflamabilidad inferior a la del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa.

Según la invención:

25 - el fluido para transferencia de calor comprende al menos una fluoroolefina de fórmula XCF_zR_{3-z} , en la cual X es un radical alquilo insaturado en C_2 , C_3 o C_4 , sustituido o no, cada R es independiente de Cl, F, Br, I o H y z es un número entero de 1 a 3;

30 - el fluido para transferencia de calor comprende además al menos otro compuesto para transferencia de calor, de preferencia elegido entre hidrocarburos, hidroclorofluorocarburos, hidrofluorocarburos, s fluoroéteres y éteres de hidrocarburos, y de manera más particularmente preferida elegido entre hidroclorofluorocarburos, hidrofluorocarburos y fluoroéteres; y

- el fluido para transferencia de calor es de preferencia elegido entre:

35

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, en una relación másica comprendida de preferencia entre 5:95 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 20:80 y 99:1 y de manera totalmente particular preferida entre 60:40 y 99:1, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;

- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 50:50 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 65:35 y 92:8 y de manera totalmente particular preferida entre 74:26 y 91:9;

40

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 50:50 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 65:35 y 98:2 y de manera totalmente particular preferida entre 74:26 y 98:2, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;

- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y difluorometano, en una relación másica la cual es de preferencia de 2-80:2-80:2-60 y la cual es de manera más particularmente preferida de 2-80:2-80:2-12 o de 2-80:2-80:15-30 o de 2-53:2-53:45-60;

45

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y difluorometano, en una relación másica la cual es de preferencia de 1-90:1-90:1-65, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y difluorometano, en una relación másica la cual es de preferencia de 1-90:1-90:1-65, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;

50

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 1-80:2-93:6-21;

- el 3,3,3-trifluoropropeno en una mezcla con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno o en una mezcla con 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, de preferencia de forma E, o en una mezcla con 1,1,1,2-tetrafluoroetano o en una mezcla con

- 1,1,1,2-tetrafluoroetano y el difluorometano o en una mezcla con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y el 1,1,1,2-tetrafluoroetano o en una mezcla con 1,1,1,2-tetrafluoroetano y el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, de preferencia de forma E;
- 5 ▪ una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y pentafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 70:30 y 85:15;
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y pentafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 80:20 y 98:2, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;
 - una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 30-90:5-50:2-20, de manera más particularmente preferida de 45-80:15-35:5-20 e idealmente de 55-74:18-25:8-20;
 - 10 ▪ una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 30-90:5-50:2-20, de manera más particularmente preferida de 40-62:30-40:8-20 o de 60-90:5-20:5-20 o de 40-70:25-40:5-20, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 15-55:15-55:15-35:15-35, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;
 - 15 ▪ una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica
 - la cual es de preferencia de 15-55:15-55:15-35:15-35.
- 20 Según un modo de realización, el circuito de compresión de vapor comprende una composición para transferencia de calor, la composición para transferencia de calor que comprende el fluido para transferencia de calor y uno o varios aditivos elegidos entre lubricantes, estabilizantes, tensioactivos, agentes trazadores, agentes fluorescentes, agentes odorizantes y agentes de solubilización.
- 25 La invención también tiene por objeto una instalación de enfriamiento o calefacción que comprende un circuito de compresión de vapor que contiene un fluido para transferencia de calor, estando el dicho circuito al menos parcialmente contenido en un recinto, en el cual la humedad relativa del aire en el recinto es inferior o igual a un valor H_1 el cual es inferior al 40% y la inflamabilidad del fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa es inferior a la inflamabilidad del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa.
- 30 Según la invención, H_1 presenta un valor de preferencia inferior o igual al 35%, de preferencia inferior o igual al 30%, de preferencia inferior o igual al 25%, de preferencia inferior o igual al 20%, de preferencia inferior o igual al 15%, de preferencia inferior o igual al 10%, de preferencia inferior o igual al 5%.
- Según un modo de realización, la instalación comprende medios de deshumidificación del aire del recinto, de preferencia medios de condensación del vapor de agua en el aire del recinto o medios de contacto del aire del recinto con un agente deshidratante.
- 35 Según un modo de realización:
- el fluido para transferencia de calor no es inflamable a la humedad H_1 relativa y es inflamable al 50% de humedad relativa; o
 - el fluido para transferencia de calor es inflamable a la humedad H_1 relativa y es inflamable al 50% de humedad relativa y el límite inferior de inflamabilidad del fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa es superior al límite inferior de inflamabilidad del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa; o
 - el fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa pertenece a una clase de inflamabilidad inferior a la del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa.
- Según un modo de realización:
- 45 - el fluido para transferencia de calor comprende al menos una fluoroolefina de fórmula XCF_zR_{3-z} , en la cual X es un radical alquilo insaturado en C_2 , C_3 o C_4 , sustituido o no, cada R es independiente de Cl, F, Br, I o H y z es un número entero de 1 a 3;
 - el fluido para transferencia de calor comprende además al menos otro compuesto para transferencia de calor, de preferencia elegido entre hidrocarburos, hidroclofluorocarburos, hidroflocarburos, fluoroéteres, éteres de hidrocarburos y amoníaco, y de manera más particularmente preferida elegido entre hidroclofluorocarburos, hidroflocarburos y fluoroéteres; y
 - 50 - el fluido para transferencia de calor es de preferencia elegido entre:

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, en una relación másica comprendida de preferencia entre 5:95 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 20:80 y 99:1 y de manera totalmente particular preferida entre 60:40 y 99:1, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;
- 5 ▪ una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 50:50 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 65:35 y 92:8 y de manera totalmente particular preferida entre 74:26 y 91:9;
- 10 ▪ una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 50:50 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 65:35 y 98:2 y de manera totalmente particular preferida entre 74:26 y 98:2, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;
- 15 ▪ una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y difluorometano, en una relación másica la cual es de preferencia de 2-80:2-80:2-60 y la cual es de manera más particularmente preferida de 2-80:2-80:2-12 o de 2-80:2-80:15-30 o de 2-53:2-53:45-60;
- 20 ▪ una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y difluorometano, en una relación másica la cual es de preferencia de 1-90:1-90:1-65, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;
- 25 ▪ una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y difluorometano, en una relación másica la cual es de preferencia de 1-90:1-90:1-65, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;
- 30 ▪ una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 1-80:2-93:6-21;
- 35 ▪ el 3,3,3-trifluoropropeno en una mezcla con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno o en una mezcla con 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, de preferencia de forma E, o en una mezcla con 1,1,1,2-tetrafluoroetano o en una mezcla con 1,1,1,2-tetrafluoroetano y el difluorometano o en una mezcla con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y el 1,1,1,2-tetrafluoroetano o en una mezcla con 1,1,1,2-tetrafluoroetano y el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, de preferencia de forma E;
- 40 ▪ una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y pentafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 70:30 y 85:15;
- 45 ▪ una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y pentafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 80:20 y 98:2, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;
- 50 ▪ una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 30-90:5-50:2-20, de manera más particularmente preferida de 45-80:15-35:5-20 e idealmente de 55-74:18-25:8-20;
- 55 ▪ una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 30-90:5-50:2-20, de manera más particularmente preferida de 40-62:30-40:8-20 o de 60-90:5-20:5-20 o de 40-70:25-40:5-20, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;
- 60 ▪ una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 15-55:15-55:15-35:15-35, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;
- 65 ▪ una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 15-55:15-55:15-35:15-35.

40 Según un modo de realización, el circuito de compresión de vapor comprende una composición para transferencia de calor, comprendiendo la composición para transferencia de calor el fluido para transferencia de calor y uno o varios aditivos elegidos entre lubricantes, estabilizantes, tensioactivos, agentes trazadores, agentes fluorescentes, agentes odorizantes y agentes de solubilización.

Según un modo de realización, la instalación es elegida entre las instalaciones móviles o estacionarias de calefacción por bomba de calor, de aire acondicionado, de refrigeración y de congelación.

45 La invención también tiene por objeto un procedimiento de protección contra los riesgos de incendio o explosión en un recinto que contiene al menos parcialmente un circuito de compresión de vapor que contiene un fluido para transferencia de calor, comprendiendo el dicho procedimiento el mantenimiento de la humedad relativa del aire en el recinto a un valor inferior o igual a un valor H_1 umbral el cual es inferior al 40%, estando la inflamabilidad del fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa inferior a la inflamabilidad del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa.

Según un modo de realización:

- el fluido para transferencia de calor no es inflamable a la humedad H_1 relativa y es inflamable al 50% de humedad relativa; o
- 55 - el fluido para transferencia de calor es inflamable a la humedad H_1 relativa y es inflamable al 50% de humedad relativa y el límite inferior de inflamabilidad del fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa es superior al límite inferior de inflamabilidad del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa; o

- el fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa pertenece a una clase de inflamabilidad inferior a la del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa.

5 Según un modo de realización, el mantenimiento de la humedad relativa del aire en el recinto en un valor inferior o igual a H_1 es efectuado por deshumidificación del aire del recinto, de preferencia por condensación del vapor de agua en el aire del recinto o por contacto del aire del recinto con un agente deshidratante.

Según la invención, H_1 presenta un valor inferior o igual al 35%, de preferencia inferior o igual al 30%, de preferencia inferior o igual al 25%, de preferencia inferior o igual al 20%, de preferencia inferior o igual al 15%, de preferencia inferior o igual al 10%, de preferencia inferior o igual al 5%.

Según la invención:

10 - el fluido para transferencia de calor comprende al menos una fluoroolefina de fórmula XCF_zR_{3-z} , en la cual X es un radical alquilo insaturado en C_2 , C_3 o C_4 , sustituido o no, cada R es independiente de Cl, F, Br, I o H y z es un número entero de 1 a 3;

15 - el fluido para transferencia de calor comprende además al menos otro compuesto para transferencia de calor, de preferencia elegido entre hidrocarburos, hidroclofluorocarburos, hidrofluorocarburos, fluoroéteres y éteres de hidrocarburos, y de manera más particularmente preferida elegido entre hidroclofluorocarburos, hidrofluorocarburos y fluoroéteres; y

- el fluido para transferencia de calor es de preferencia elegido entre:

20

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, en una relación másica comprendida de preferencia entre 5:95 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 20:80 y 99:1 y de manera totalmente particular preferida entre 60:40 y 99:1, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;

- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 50:50 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 65:35 y 92:8 y de manera totalmente particular preferida entre 74:26 y 91:9;

25

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 50:50 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 65:35 y 98:2 y de manera totalmente particular preferida entre 74:26 y 98:2, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;

- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y difluorometano, en una relación másica la cual es de preferencia de 2-80:2-80:2-60 y la cual es de manera más particularmente preferida de 2-80:2-80:2-12 o de 2-80:2-80:15-30 o de 2-53:2-53:45-60;

30

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y difluorometano, en una relación másica la cual es de preferencia de 1-90:1-90:1-65, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y difluorometano, en una relación másica la cual es de preferencia de 1-90:1-90:1-65, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;

35

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 1-80:2-93:6-21;

- el 3,3,3-trifluoropropeno en una mezcla con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno o en una mezcla con 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, de preferencia de forma E, o en una mezcla con 1,1,1,2-tetrafluoroetano o en una mezcla con 1,1,1,2-tetrafluoroetano y el difluorometano o en una mezcla con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y el 1,1,1,2-tetrafluoroetano o en una mezcla con 1,1,1,2-tetrafluoroetano y el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, de preferencia de forma E;

40

- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y pentafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 70:30 y 85:15;

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y pentafluoroetano, en una relación másica comprendida de preferencia entre 80:20 y 98:2, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;

45

- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 30-90:5-50:2-20, de manera más particularmente preferida de 45-80:15-35:5-20 e idealmente de 55-74:18-25:8-20;

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 30-90:5-50:2-20, de manera más particularmente preferida de 40-62:30-40:8-20 o de 60-90:5-20:5-20 o de 40-70:25-40:5-20, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;

50

- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 15-55:15-55:15-35:15-35, siendo el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno de preferencia de forma E;

55

- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica la cual es de preferencia de 15-55:15-55:15-35:15-35.

Según un modo de realización, el circuito de compresión de vapor comprende una composición para transferencia de calor, comprendiendo la composición para transferencia de calor el fluido para transferencia de calor y uno o varios aditivos elegidos entre lubricantes, estabilizantes, tensioactivos, agentes trazadores, agentes fluorescentes, agentes odorizantes y agentes de solubilización.

5 La presente invención permite superar los inconvenientes del estado de la técnica.

Esto se logra gracias a la variabilidad de la inflamabilidad de los compuestos para transferencia de calor con base en la humedad relativa del aire, y más precisamente gracias a la disminución de la inflamabilidad de algunos de estos compuestos (y especialmente de algunas fluoroolefinas tales como los tetrafluoropropenos) en presencia de un bajo grado de humedad en el aire.

10 Por tanto, el procedimiento de la invención hace posible reducir la inflamabilidad de un fluido para transferencia de calor (en condiciones de utilización) reduciendo la humedad relativa del aire circundante (y esto sin aumentar el GWP del fluido para transferencia de calor).

Breve descripción de las figuras

15 La Figura 1 representa la proporción másica mínima de HFC-134a en una mezcla binaria de HFO-1234yf/HFC-134a (en las ordenadas) necesaria para que la mezcla no sea inflamable, con base en la humedad relativa del aire (en las abscisas).

La Figura 2 representa la proporción másica mínima de HFC-134a en una mezcla binaria de HFC-134a/HFC-32 (en las ordenadas) necesaria para que la mezcla no sea inflamable, con base en la humedad relativa del aire (en las abscisas).

20 La Figura 3 es un diagrama que ilustra la proporción de HFC-134a mínima necesaria en una mezcla ternaria de HFO-1234yf/HFC-134a/HFC-32 para que la mezcla no sea inflamable, y esto con base en la humedad relativa del aire. La punta superior del triángulo corresponde al 100% de HFC-134a, la punta en la parte inferior izquierda corresponde al 100% de HFC-1234yf y la punta en la parte inferior derecha corresponde al 100% de HFC-32. Los límites de no inflamabilidad están indicados por puntos en el diagrama, la sigla <<HR>> significa <<porcentaje de humedad relativa>>.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra la variación de la inflamabilidad de mezclas ternarias de HFO-1234ze/HFC-134a/HFC-32 con base en la humedad relativa.

La Figura 5 es un diagrama que ilustra la variación de la inflamabilidad de mezclas ternarias de HFO-1234yf/HFO-1234ze/HFC-134a con base en la humedad relativa.

30 La Figura 6 es un diagrama que ilustra la variación de la inflamabilidad de mezclas ternarias de HFO-1234yf/HFC-134a/HFC-32 con base en la humedad relativa (este diagrama presenta de manera diferente los resultados que están ilustrados en la Figura 3).

35 En las Figuras 4 a 6, la zona F corresponde a las mezclas inflamables, la zona NF corresponde a las mezclas no inflamables. Las líneas de puntos corresponden al límite entre las zonas F y NF para un valor de humedad relativa determinado, que está indicado. Una humedad relativa del 0% corresponde a 0 g de agua por kg de aire seco, una humedad relativa del 18% corresponde a 3,2 g de agua por kg de aire seco, una humedad relativa del 30% corresponde a 5,25 g de agua por kg de aire seco y una humedad relativa del 50% corresponde a 8,8 g de agua por kg de aire seco. La zona sombreada entre las zonas F y NF corresponde a las mezclas que son inflamables a una humedad relativa superior a H y no inflamables a una humedad relativa inferior a H, estando H comprendido entre 0 y 50%.

40 La Figura 7 representa la proporción másica mínima de HFC-125 en una mezcla binaria de HFO-1234ze/HFC-125 (en las ordenadas) necesaria para que la mezcla no sea inflamable, con base en la humedad del aire (en las abscisas) expresada en g de agua por kg de aire seco.

45 La Figura 8 representa la proporción másica mínima de HFC-125 en una mezcla binaria de HFO-1234yf/HFC-125 (en las ordenadas) necesaria para que la mezcla no sea inflamable, con base en la humedad del aire (en las abscisas) expresada en g de agua por kg de aire seco.

La Figura 9 representa la proporción másica mínima de HFC-134a en una mezcla binaria de HFO-1234ze/HFC-134a (en las ordenadas) necesaria para que la mezcla no sea inflamable, con base en la humedad del aire (en las abscisas) expresada en g de agua por kg de aire seco.

Descripción de modos de realización de la invención

50 La invención se describe ahora más en detalle y de manera no limitativa en la descripción que sigue.

Definiciones

- Por <<compuesto para transferencia de calor>>, respectivamente <<fluido para transferencia de calor>> (o fluido refrigerante) se entiende un compuesto, respectivamente un fluido, susceptible de absorber calor por evaporación a baja temperatura y baja presión y de rechazar el calor por condensación a alta temperatura y alta presión, en un circuito de compresión de vapor. Un fluido para transferencia de calor puede comprender uno solo, dos, tres o más de tres compuestos para transferencia de calor.
- Por <<composición para transferencia de calor>> se entiende una composición que comprende un fluido para transferencia de calor y eventualmente uno o varios aditivos que no son compuestos para transferencia de calor para la aplicación considerada.
- La humedad relativa (o grado de higrometría) es la relación de la presión parcial del vapor de agua contenido en el aire sobre la presión de vapor saturada (o tensión de vapor) del agua en el aire. En el marco de la presente solicitud, la humedad relativa está siempre considerada a una temperatura de referencia de 23°C. En consecuencia, si el aire está a una temperatura T diferente a 23°C, se mide en primer lugar la humedad relativa a la temperatura T a través de una sonda de humedad relativa (de tipo resistiva, capacitiva o inductiva) o higrómetro, luego se utiliza un diagrama o una tabla de conversión para deducir la humedad relativa correspondiente a la misma cantidad de agua a una temperatura de 23°C. Este resultado es <<la humedad relativa>> en el sentido de la presente solicitud. En efecto, el parámetro físicamente pertinente del punto de vista de la inflamabilidad es la cantidad absoluta de agua en el aire seco: este puede ser medido a través de la humedad relativa, con condición de siempre utilizar una misma temperatura de referencia.
- En el marco de la presente solicitud, la inflamabilidad se define en referencia a la norma ASHRAE 34-2007 modificada. Más precisamente, la inflamabilidad de un fluido para transferencia de calor a un valor de humedad H relativa se determina según la prueba que figura en la norma ASHRAE 34-2007 (que remite a la norma ASTM E681 por lo que respecta al equipo utilizado), con las únicas excepciones con respecto a la norma ASHRAE 34-2007 que:
- la temperatura de la prueba es de 60°C (y no de 100°C como se indica en la norma ASHRAE 34-2007); y
 - el aire utilizado en la prueba presenta una humedad H relativa la cual no es necesariamente igual al 50% (a la vez que en la norma ASHRAE 34-2007, la humedad relativa del aire para la prueba está fijada siempre al 50%).
- Los diferentes fluidos para transferencia de calor probados están calificados como inflamables o no inflamables como tales, para un valor de humedad H relativa determinado, según los criterios definidos en la norma ASHRAE 34-2007.
- Además, para los fluidos para transferencia de calor los cuales están calificados como inflamables a un valor de humedad H relativa determinado, se define un límite inferior de inflamabilidad que puede determinarse, por ejemplo, en kg/m³ o en % de volumen. Este límite inferior de inflamabilidad corresponde a la cantidad mínima de fluido para transferencia de calor por unidad de volumen de aire a partir de la cual el fluido para transferencia de calor produce una inflamación en la prueba de la norma ASHRAE 34-2007 modificada, descrita anteriormente.
- En el marco de la presente solicitud, se considera que un fluido A para transferencia de calor presenta una inflamabilidad a una humedad H relativa la cual es inferior a la inflamabilidad de un fluido B para transferencia de calor a la misma humedad H relativa si:
- 1) el fluido A para transferencia de calor no es inflamable a la humedad H relativa a la vez que el fluido B para transferencia de calor es inflamable a la humedad H relativa; o
 - 2) el fluido A para transferencia de calor y el fluido B para transferencia de calor son ambos inflamables a la humedad H relativa, y el límite inferior de inflamabilidad del fluido A para transferencia de calor a la humedad H relativa es superior al límite inferior de inflamabilidad del fluido B para transferencia de calor a la humedad H relativa; o
 - 3) el fluido A para transferencia de calor pertenece a una clase de inflamabilidad inferior a la del fluido B para transferencia de calor.
- Si ninguno de los dos fluidos A y B es considerado como que presenta una inflamabilidad inferior al otro (en el sentido de la definición anterior), entonces se considera que los dos fluidos presentan una inflamabilidad idéntica.
- En lo que se refiere a la situación 3) mencionada anteriormente, la clasificación utilizada ya sea la de la norma ASHRAE 34-2007 (que define las clases de inflamabilidad A1/B1, A2/B2 y A3/B3), o ya sea la de la norma ASHRAE 34-2007 modificada, en la cual la modificación de la norma consiste en una modificación de la definición de la clase A2 (respectivamente de la clase B2) de modo que se crea una nueva clase A2L (respectivamente una nueva clase B2L), de la siguiente manera:

ES 2 836 951 T3

- las clases A2 y A2L (respectivamente B2 y B2L) están ambas caracterizadas por (1) la presencia de una propagación de llama a 60°C y a 101,3 kPa, (2) un límite inferior de inflamabilidad superior al 3,5% en volumen y (3) un calor de combustión inferior a 19000 kJ/kg;

- 5 - la clase A2L (respectivamente B2L) está caracterizada por una velocidad de combustión máxima inferior o igual a 10 cm/s a 23°C y 101,3 kPa, a la vez que la clase A2 (respectivamente B2) está caracterizada por una velocidad de combustión máxima superior a 10 cm/s a 23°C y 101,3 kPa.

Los métodos de determinación de los parámetros anteriores son aquellos descritos en la norma ASHRAE 34-2007.

- 10 Por lo tanto, por <<clase de inflamabilidad inferior>> se entiende la clase A1 con respecto a la clase A2L o A2 o A3, la clase A2L con respecto a la clase A2 o A3, la clase A2 con respecto a la clase A3, la clase B1 con respecto a la clase B2L o B2 o B3, la clase B2L con respecto a la clase B2 o B3 o finalmente la clase B2 con respecto a la clase B3.

Por lo tanto, la situación 3) anterior corresponde a los siguientes casos:

- el fluido A para transferencia de calor pertenece a la clase A1 y el fluido B para transferencia de calor pertenece a la clase A2L o A2 o A3;
- 15 - el fluido A para transferencia de calor pertenece a la clase A2L y el fluido B para transferencia de calor pertenece a la clase A2 o A3;
- el fluido A para transferencia de calor pertenece a la clase A2 y el fluido B para transferencia de calor pertenece a la clase A3;
- 20 - el fluido A para transferencia de calor pertenece a la clase B1 y el fluido B para transferencia de calor pertenece a la clase B2L o B2 o B3;
- el fluido A para transferencia de calor pertenece a la clase B2L y el fluido B para transferencia de calor pertenece a la clase B2 o B3;
- el fluido A para transferencia de calor pertenece a la clase B2 y el fluido B para transferencia de calor pertenece a la clase B3.

- 25 El criterio de comparación de la inflamabilidad con base en la clasificación permite, especialmente, diferenciar dos fluidos A y B para transferencia de calor que son mezclas de compuestos para transferencia de calor, y cuya inflamabilidad intrínseca es idéntica (por ejemplo, siendo estos dos fluidos para transferencia no inflamables como tales) pero que son tales que la inflamabilidad de la composición WCF y/o la composición WCFF (gas de fuga) resultante de estos dos fluidos para transferencia de calor es diferente. Las composiciones WCF y WCFF de un fluido
- 30 para transferencia de calor que comprende varios compuestos están definidas en la norma ASHRAE 34-2007.

Según un modo de realización, el hecho de que un fluido A para transferencia de calor presente una inflamabilidad a una humedad H relativa que sea inferior a la de un fluido B para transferencia de calor a la misma humedad H relativa significa necesariamente que los fluidos A y B están en la situación 1) anterior.

- 35 Según un modo de realización, el hecho de que un fluido A para transferencia de calor presente una inflamabilidad a una humedad H relativa que sea inferior a la de un fluido B para transferencia de calor a la misma humedad H relativa significa necesariamente que los fluidos A y B están en la situación 2) anterior.

Según un modo de realización, el hecho de que un fluido A para transferencia de calor presente una inflamabilidad a una humedad H relativa que sea inferior a la de un fluido B para transferencia de calor a la misma humedad H relativa significa necesariamente que los fluidos A y B están en la situación 3) anterior.

- 40 En el marco de la presente solicitud, un fluido A para transferencia de calor presenta una inflamabilidad a una humedad H₁ relativa que es inferior a su inflamabilidad a una humedad H₂ relativa si:

- 4) el fluido A para transferencia de calor no es inflamable a la humedad H₁ relativa, a la vez que es inflamable a la humedad H₂ relativa; o
- 45 5) el fluido A para transferencia de calor es inflamable a la humedad H₁ relativa y a la humedad H₂ relativa, y el límite inferior de inflamabilidad del fluido A para transferencia de calor a la humedad H₁ relativa es superior al límite inferior de inflamabilidad del fluido A para transferencia de calor a la humedad H₂ relativa; o
- 6) El fluido A para transferencia de calor a la humedad H₁ relativa pertenece a una clase de inflamabilidad inferior a la del fluido A para transferencia de calor considerada a la humedad H₂ relativa.

Si el fluido A no presenta una inflamabilidad inferior a una de las dos humedades relativas con respecto a la otra (en el sentido de la definición anterior), entonces se considera que el fluido presenta una inflamabilidad idéntica a las dos humedades relativas en cuestión.

5 En lo que se refiere a la definición de las clases de inflamabilidad y su comparación, en la situación 6) anterior, se remite a la definición que figura anteriormente con respecto a la comparación de la inflamabilidad de dos fluidos A y B para transferencia de calor.

Según un modo de realización, el hecho de que un fluido A para transferencia de calor presente una inflamabilidad a una humedad H_1 relativa que sea inferior a su inflamabilidad a una humedad H_2 relativa significa que el fluido A está en la situación 4) anterior.

10 Según un modo de realización, el hecho de que un fluido A para transferencia de calor presente una inflamabilidad a una humedad H_1 relativa que sea inferior a su inflamabilidad a una humedad H_2 relativa significa que el fluido A está en la situación 5) anterior.

15 Según un modo de realización, el hecho de que un fluido A para transferencia de calor presente una inflamabilidad a una humedad H_1 relativa que sea inferior a su inflamabilidad a una humedad H_2 relativa significa que el fluido A está en la situación 6) anterior.

Por consiguiente, la noción de reducción o disminución de la inflamabilidad, en la presente solicitud, significa un paso de una inflamabilidad inicial a una inflamabilidad final en el cual la inflamabilidad final es inferior a la inflamabilidad inicial, según las definiciones que preceden.

20 En el marco de la presente solicitud, el potencial de calentamiento global (GWP) se define con respecto al dióxido de carbono y con respecto a una duración de 100 años, según 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*>>.

Aplicación de la invención

25 La invención proporciona en primer lugar una instalación que comprende un circuito de compresión de vapor que contiene un fluido para transferencia de calor, así como un procedimiento de calefacción o enfriamiento de un fluido o un cuerpo que puede ser aplicado a través de la dicha instalación.

El fluido o el cuerpo calentado o enfriado puede ser, especialmente, del aire contenido en un espacio esencialmente cerrado.

30 El circuito de compresión de vapor que contiene un fluido para transferencia de calor comprende al menos un evaporador, un compresor, un condensador y un descompresor, así como líneas de transporte de fluido para transferencia de calor entre estos elementos.

Como compresor, se puede utilizar especialmente un compresor centrífugo de varias etapas y de preferencia de dos etapas o un minicompresor centrífugo. El compresor puede ser impulsado por un motor eléctrico o por una turbina de gas (por ejemplo, alimentado por los gases de escape de un vehículo, para las aplicaciones móviles) o por engranaje.

35 La instalación puede comprender un acoplamiento del descompresor con una turbina para generar electricidad (ciclo de Rankine).

La instalación también puede eventualmente comprender al menos un circuito de fluido caloportador utilizado para transmitir calor (con o sin cambio de estado) entre el circuito del fluido para transferencia de calor y el fluido o cuerpo por calentar o enfriar.

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

45 El circuito de compresión de vapor funciona según un ciclo convencional de compresión de vapor. El ciclo comprende el cambio de estado del fluido para transferencia de calor de una fase líquida (o difásico líquido/vapor) a una fase de vapor a una presión relativamente baja, luego la compresión del fluido en fase de vapor hasta una presión relativamente elevada, el cambio de estado (condensación) del fluido para transferencia de calor de la fase de vapor hacia la fase líquida a una presión relativamente elevada, y la reducción de la presión para reiniciar el ciclo.

50 En el caso de un procedimiento de enfriamiento, el calor resultante del fluido o del cuerpo que se enfría (directa o indirectamente, a través de un fluido caloportador) es absorbido por el fluido para transferencia de calor, durante la evaporación de este último, y esto a una temperatura relativamente baja con respecto al medio ambiente.

En el caso de un procedimiento de calefacción, el calor es transferido (directa o indirectamente, a través de un fluido caloportador) del fluido para transferencia de calor, durante la condensación de este, al fluido o al cuerpo que se calienta, y esto a una temperatura relativamente elevada con respecto al medio ambiente.

5 Según la invención, todo o parte del circuito de compresión de vapor está contenido en un recinto. El recinto es un espacio lleno de aire, esencialmente aislado del medio ambiente por paredes.

El recinto en cuestión puede ser el espacio que contiene el fluido o cuerpo, cuyo enfriamiento o calefacción es asegurado por el circuito de compresión de vapor. En este caso, el recinto contiene al menos el evaporador del circuito (en el caso del procedimiento de enfriamiento) o el condensador del circuito (en el caso del procedimiento de calefacción).

10 El recinto también puede ser distinto del espacio que contiene el fluido o cuerpo cuyo enfriamiento o calefacción se busca. En este caso, el recinto puede ser un cuarto de máquinas, es decir un espacio específicamente dedicado para contener la instalación según la invención.

El recinto no necesariamente está totalmente cerrado de manera hermética al aire. En general está provisto especialmente de medios de ventilación que aseguran la renovación del aire en el recinto.

15 La instalación de enfriamiento o calefacción según la invención puede ser una instalación móvil o estacionaria, de preferencia estacionaria.

20 Puede tratarse especialmente de una instalación de bomba de calor, caso en el cual el fluido o cuerpo que se calienta (en general del aire y eventualmente uno o varios productos, objetos u organismos) es situado en un espacio o un habitáculo del vehículo (para una instalación móvil). Puede tratarse de una instalación de aire acondicionado, en tal caso el fluido o cuerpo que se enfría (en general del aire y eventualmente uno o varios productos, objetos u organismos) es ubicado en un espacio o un habitáculo del vehículo (para una instalación móvil). Puede tratarse de una instalación de refrigeración o una instalación de congelación (o instalación criogénica), caso en el cual el fluido o cuerpo que se enfría comprende en general el aire y uno o varios productos, objetos u organismos, ubicados en un espacio o un contenedor.

25 La invención se apoya en la utilización de fluidos para transferencia de calor cuya inflamabilidad a una humedad H_1 relativa es inferior a la inflamabilidad a la humedad relativa de referencia igual al 50% (siendo el propio valor H_1 inferior al 50%).

30 Según un primer aspecto, la invención propone aplicar el procedimiento y la instalación anteriores con un dicho fluido para transferencia de calor y con una humedad relativa del aire en el recinto inferior al valor H_1 umbral elegido. Así, el procedimiento es aplicado (y la instalación funciona) en condiciones donde la inflamabilidad del fluido para transferencia de calor es inferior a su inflamabilidad a la humedad relativa del 50% de referencia.

El valor de humedad relativa del 50% es el que se utiliza de manera estandarizada para la determinación de la inflamabilidad de un fluido para transferencia de calor, según la norma ASHRAE 34-2007.

35 Por consiguiente, la invención se puede aplicar eligiendo, por ejemplo, un valor H_1 umbral =35% o 30% o 25% o 20% o 15% o 10% o 5%. Correlativamente, la humedad relativa del aire en el recinto es inferior o igual al 35% o 30% o 25% o 20% o 15% o 10% o 5%.

40 Según un modo de realización ventajoso, la invención permite disminuir los riesgos de incendio o explosión en el recinto y por lo tanto limitar las medidas de seguridad contra los riesgos de incendio o explosión, con respecto a la aplicación/funcionamiento de referencia al 50% de humedad relativa. En algunos casos, la invención permite prescindir de la totalidad o parte de las medidas de seguridad frente a los riesgos de incendio o explosión, con respecto a la aplicación/funcionamiento de referencia al 50 % de humedad relativa. En algunos casos, la invención permite utilizar para una aplicación determinada un fluido para transferencia de calor que era imposible utilizar (por razones de seguridad) al 50% de humedad relativa.

45 Las medidas de seguridad contra los riesgos de incendio o explosión pueden comprender especialmente la limitación de la cantidad de fluido para transferencia de calor en el ciclo de compresión de vapor; además, la invención puede permitir aumentar la cantidad de fluido para transferencia de calor en el ciclo de compresión de vapor y por lo tanto mejorar la eficacia del enfriamiento o de la calefacción.

50 Las medidas de seguridad contra los riesgos de incendio o explosión también pueden comprender la presencia de dispositivos de seguridad tales como sistemas de ventilación, dispositivos de evacuación del personal, sistemas de detección de fugas de fluidos para transferencia de calor, sistemas de alarma, equipos de lucha contra incendios, edificios resistentes al fuego y/o antideflagrantes...; además, la invención puede permitir aliviar las limitaciones en

todos o parte de estos dispositivos de seguridad, o incluso prescindir de algunos de estos dispositivos de seguridad o de todos.

Las medidas de seguridad contra los riesgos de incendio o explosión están en general fijadas en la norma NF EN 378 de abril de 2008, con base en la clasificación de seguridad que figura en la norma ASHRAE 34-2007 (eventualmente modificada como se indica anteriormente). Además, según los modos de realización ventajosos:

- 5
- el fluido para transferencia de calor es clasificado A3 si su inflamabilidad está determinada al 50% de humedad relativa y es clasificado A2 o A2L o A1 si su inflamabilidad está determinada a la humedad H_1 relativa; o
 - el fluido para transferencia de calor es clasificado A2 si su inflamabilidad está determinada al 50% de humedad relativa y es clasificado A2L o A1 si su inflamabilidad está determinada a la humedad H_1 relativa; o
- 10
- el fluido para transferencia de calor es clasificado A2L si su inflamabilidad está determinada al 50% de humedad relativa y es clasificado A1 si su inflamabilidad está determinada a la humedad H_1 relativa; o
 - el fluido para transferencia de calor es clasificado como B3 si su inflamabilidad está determinada al 50% de humedad relativa y es clasificado B2 o B2L o B1 si su inflamabilidad está determinada a la humedad H_1 relativa; o
- 15
- el fluido para transferencia de calor es clasificado B2 si su inflamabilidad está determinada al 50% de humedad relativa y es clasificado B2L o B1 si su inflamabilidad está determinada a la humedad H_1 relativa; o
 - el fluido para transferencia de calor es clasificado B2L si su inflamabilidad está determinada al 50% de humedad relativa y es clasificado B1 si su inflamabilidad está determinada a la humedad H_1 relativa.

La humedad relativa del aire en el recinto se mantiene en un nivel inferior o igual a H_1 ya sea sin intervención específica, o ya sea a través de una intervención específica.

- 20
- El mantenimiento de la humedad relativa sin intervención específica puede ser obtenido porque el aire del medio ambiente es de manera natural suficientemente seco (según la ubicación geográfica y climática de la instalación).

Otra situación posible es aquella según la cual el aire del recinto es deshumidificado por el propio circuito de compresión de vapor. Es en particular el caso cuando el fluido que se calienta o enfría a través del procedimiento/instalación según la invención es el propio aire contenido en el recinto.

- 25
- En efecto, en caso de enfriamiento, el contenido en el aire de agua tiene la tendencia a disminuir por condensación del vapor de agua, por ejemplo, al contacto de la superficie exterior del evaporador, lo que puede conducir a una reducción de la humedad relativa al nivel deseado. El agua condensada es usualmente recuperada a través de la recolección de agua líquida y evacuada.

- 30
- Por otro lado, la humedad relativa puede mantenerse activamente a un nivel inferior al valor H_1 . Para lograr esto, se puede proveer el recinto de medios de deshumidificación, ventajosamente acoplados a un sensor de humedad con un bucle de retroacción. Los medios de deshumidificación pueden comprender, por ejemplo, medios de condensación del vapor de agua en el aire del recinto por enfriamiento (siendo estos medios distintos del propio circuito de compresión de vapor), los medios de condensación del vapor de agua en el aire del recinto por compresión del aire y/o pueden comprender un agente deshidratante puesto en contacto con el aire del recinto o con el aire que entra en el recinto.

- 35
- Los agentes deshidratantes comprenden agentes de absorción química (por ejemplo, cloruro de litio), agentes de adsorción (por ejemplo, alúmina activada, gel de sílice, carbón activo o tamiz molecular) y agentes de permeación (membranas de fibras huecas y porosas).

- 40
- El agente deshidratante se pone cíclicamente en contacto con un flujo de aire por deshumidificar y con un flujo de aire relativamente seco destinado para regenerar el agente deshidratante, en condiciones de temperatura y/o presión diferentes. Por ejemplo, el flujo de aire por deshumidificar puede ser el aire que entra en el recinto, y el flujo de aire relativamente seco destinado a la regeneración puede ser un flujo de aire del recinto que es expulsado hacia el exterior después del contacto con el agente deshidratante. Los medios de rotación del agente deshidratante pueden permitir ponerlo cíclicamente en contacto con cada uno de los dos flujos. La regeneración del agente deshidratante también puede ser efectuada mediante la aportación de calor.

- 45
- En todos los casos, e incluso cuando la humedad relativa se mantiene en el nivel deseado sin intervención específica, puede ser útil prever un sensor de humedad en el recinto con el fin de verificar que la humedad relativa del aire permanezca muy inferior al valor H_1 umbral. Un sistema de alerta puede ser previsto en caso de sobrepasar el umbral de humedad H_1 relativa. Un sistema de retroacción puede permitir regular la humedad relativa cuando los medios de deshumidificación están presentes.

El recinto según la invención puede ser o no un espacio de recepción de público o de personal. De preferencia, este recinto esencialmente no recibe público o personal (excepto en operaciones periódicas de mantenimiento) y puede ser, por ejemplo, un cuarto de máquinas. En efecto, una regulación de la humedad relativa a un valor bajo puede resultar incómodo para los humanos.

- 5 Cuando más de un recinto contiene una parte del circuito de compresión de vapor, puede ser deseable mantener la humedad relativa del aire de cada uno de los recintos a un nivel inferior al valor H_1 umbral. Según un modo de realización, se aplica también a todos los espacios que son susceptibles de estar contaminados por una eventual fuga de fluido para transferencia de calor.
- 10 Los fluidos para transferencia de calor que pueden convenir para la aplicación de la invención pueden consistir en un compuesto para transferencia de calor en una mezcla de dos o más de dos compuestos para transferencia de calor.
- El fluido para transferencia de calor comprende al menos una fluoroolefina de fórmula XCF_2R_{3-z} , en la cual X es un radical alquilo insaturado en C_2 , C_3 o C_4 , sustituido o no, cada R es independiente de Cl, F, Br, I o H y z es un número entero de 1 a 3.
- 15 Según un modo de realización preferido, esta fluoroolefina es 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (o HFO-1234yf) o 1,3,3,3-tetrafluoropropeno (o HFO-1234ze, bajo sus dos formas E y Z, y de preferencia bajo su forma E). Estos compuestos son utilizados en una mezcla, por ejemplo, en una mezcla binaria en una relación másica comprendida de preferencia entre 5:95 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 20:80 y 99:1 y de manera totalmente particular preferida entre 60:40 y 99:1.
- 20 El HFO-1234yf y el HFO-1234ze presentan todos dos una inflamabilidad más baja a una humedad relativa inferior al 50% que a una humedad relativa del 50%. En particular, el HFO-1234ze es inflamable como tal al 50% de humedad relativa, pero no es inflamable como tal a una baja humedad relativa y especialmente a aproximadamente el 0% de humedad relativa. Así mismo, una mezcla que comprende una proporción suficientemente elevada de HFO-1234ze no es inflamable a baja humedad relativa y especialmente a aproximadamente el 0% de humedad relativa.
- 25 El fluido para transferencia de calor comprende además al menos otro compuesto para transferencia de calor, de preferencia elegido entre hidrocarburos, hidroclorofluorocarburos, hidrofluorocarburos, fluoroéteres y éteres hidrocarbonados, y de manera más particularmente preferida elegidos entre hidroclorofluorocarburos, hidrofluorocarburos y fluoroéteres.
- Según un modo de realización preferido, este otro compuesto para transferencia de calor puede ser 1,1,1,2-tetrafluoroetano (o HFC-134a) y/o difluorometano (o HFC-32) y/o pentafluoroetano (o HFC-125).
- 30 En particular, el fluido para transferencia de calor puede ser una mezcla de HFO-1234yf y HFC-134a, en una relación másica comprendida de preferencia entre 50:50 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 65:35 y 92:8 y de manera totalmente particular preferida entre 74:26 y 91:9. Cuanto mayor sea la proporción de HFO-1234yf en el fluido, más inflamable será el fluido y más bajo el GWP. La reducción de la humedad relativa permite reducir la inflamabilidad del fluido y, por lo tanto, eventualmente disminuir la proporción de HFC-134a en la mezcla y, por lo tanto, el GWP de la mezcla. Por ejemplo, el fluido que comprende el 35% en masa de HFC-134a no es inflamable a una humedad relativa inferior o igual al 32% y presenta un GWP de 503; el fluido que comprende el 26% en masa de HFC-134a no es inflamable a una humedad relativa inferior o igual al 15% y presenta un GWP de 375; finalmente, el fluido que comprende el 20% de HFC-134a no es inflamable a una humedad relativa cercana del 0%.
- 35 El fluido para transferencia de calor también puede ser una mezcla de HFO-1234ze y HFC-134a, en una relación másica comprendida de preferencia entre 50:50 y 99:1, de manera más particularmente preferida entre 65:35 y 98:2 y de manera totalmente particular preferida entre 74:26 y 98:2.
- 40 El fluido para transferencia de calor también puede ser una mezcla de HFO-1234yf, HFC-134a y HFC-32. En este fluido, de nuevo, las proporciones se ajustan según la inflamabilidad deseada a una humedad relativa determinada, y según el GWP deseado. El fluido que comprende el 10% en masa de HFC-32, el 50% en masa de HFC-134a y el 40% en masa de HFO-1234yf no es inflamable como tal al 50% de humedad relativa. Sin embargo, la composición de WCFF obtenida a partir del fluido que comprende el 25% de HFC-32, el 37% de HFC-134a y el 38% de HFO-1234yf. Sin embargo, esta composición es inflamable al 50% de humedad relativa, si bien el propio fluido está clasificado en la categoría A2L según la norma ASHRAE 34-2007 modificada (tal como se describe anteriormente). A una humedad relativa cercana del 0%, la composición de WCFF no es inflamable. Por consiguiente, la reducción de la humedad relativa permite cambiar la clasificación del fluido anterior de la categoría A2L a la categoría A1.
- 45 50 De preferencia, la mezcla anterior es utilizada según la relación másica que es de 2-80:2-80:2-60 (HFO-1234yf:HFC-134a: HFC-32) y que es de manera más particularmente preferida de 2-80:2-80:2-12 (fluido de baja capacidad

volumétrica) o de 2-80:2-80:15-30 (fluido de capacidad volumétrica media) o de 2-53:2-53:45-60 (fluido de capacidad volumétrica elevada).

5 El fluido para transferencia de calor también puede ser una mezcla de HFO-1234ze, HFC-134a y HFC-32 (de preferencia según una relación másica de HFO-1234ze:HFC-134a:HFC-32 de 1-90:1-90:1-65) o una mezcla de HFO-1234ze, HFO-1234yf y HFC-32 (de preferencia según una relación másica de HFO-1234ze:HFO-1234yf:HFC-32 de 1-90:1-90:1-65).

10 El fluido para transferencia de calor también puede ser una mezcla de HFP-1234yf, HFO-1234ze y HFC-134a, en una relación másica la cual es de preferencia de 1-80:2-93:6-21. Si el fluido contiene del 1 al 80% en masa de HFO-1234ze, del 45 al 60% en masa de HFC-134a y del 2 al 54% en masa de HFO-1234yf, no es inflamable a alta humedad relativa. Si el fluido contiene del 1 al 80% en masa de HFO-1234ze, del 21 al 45% en masa de HFC-134a y del 2 al 78% en masa de HFO-1234yf, no es inflamable a humedad relativa media. Si el fluido contiene del 1 al 80% en masa de HFO-1234ze, del 6 al 21% en masa de HFC-134a y del 2 al 93% en masa de HFO-1234yf, no es inflamable a baja humedad relativa.

15 El fluido para transferencia de calor también puede ser el 3,3,3-trifluoropropeno (o HFO-1243zf) en una mezcla con HFC-134a, o con el HFC-134a y el HFC-32, o con el HFO-1234yf, o con el HFO-1234ze, o con el HFO-1234yf y el HFC-134a, o con el HFO-1234ze y el HFC-134a.

El fluido para transferencia de calor también puede ser una mezcla binaria de HFO-1234yf y de HFC-125, con una proporción másica de HFC-125 la cual es de preferencia del 15 al 30%.

20 El fluido para transferencia de calor también puede ser una mezcla binaria de HFO-1234ze y HFC-125, con una proporción másica de HFC-125 la cual es de preferencia del 2 a 20%.

El fluido para transferencia de calor también puede ser una mezcla ternaria de HFO-1234yf o de HFO-1234ze, con el HFC-32 y el HFC-125. El HFC-32 está presente de preferencia en una proporción másica del 5 al 50%, el HFC-125 está presente de preferencia en una proporción másica del 2 al 20% y el HFO-1234yf o el HFO-1234ze está presente de preferencia en una relación másica del 30 al 90%.

25 Los fluidos para transferencia de calor más particularmente preferidos tienen la siguiente composición (másica):

- del 15 al 35% de HFC-32, del 5 al 20% de HFC-125 y del 45 al 80% de HFO-1234yf;
- del 18 al 25% de HFC-32, del 8 al 20% de HFC-125 y del 55 al 74% de HFO-1234yf;
- del 15 al 50% de HFC-32, del 5 al 20% de HFC-125 y del 30 al 80% de HFO-1234ze;
- del 30 al 40% de HFC-32, del 8 al 20% de HFC-125 y del 40 al 62% de HFO-1234ze;
- 30 - del 5 al 30% de HFC-32, del 5 al 20% de HFC-125 y del 50 al 90% de HFO-1234ze;
- del 5 al 20% de HFC-32, del 5 al 20% de HFC-125 y del 60 al 90% de HFO-1234ze;
- del 20 al 40% de HFC-32, del 5 al 20% de HFC-125 y del 40 al 75% de HFO-1234ze;
- del 25 al 40% de HFC-32, del 5 al 20% de HFC-125 y del 40 al 70% de HFO-1234ze.

35 El fluido para transferencia de calor también puede ser una mezcla cuaternaria de HFO-1234ze, HFC-32, HFC-125 y HFC-134a. El HFC-32 está presente de preferencia en una proporción másica del 15 al 35%, el HFC-125 está presente de preferencia en una proporción másica del 15 al 35%, el HFC-134a está presente de preferencia en una proporción másica del 15 al 55% y el HFO-1234ze está presente de preferencia en una proporción másica del 15 al 55%.

40 El fluido para transferencia de calor también puede ser una mezcla cuaternaria de HFO-1234yf, HFC-32, HFC-125 y HFC-134a. El HFC-32 está presente de preferencia en una proporción másica del 15 al 35%, el HFC-125 está presente de preferencia en una proporción másica del 15 al 35%, el HFC-134a está presente de preferencia en una proporción másica del 15 al 55% y el HFO-1234yf está presente de preferencia en una proporción másica del 15 al 55%.

45 El fluido para transferencia de calor puede ser mezclado con uno o varios aditivos para proporcionar la composición para transferencia de calor que circula en el circuito de compresión de vapor. Los aditivos pueden ser especialmente elegidos entre lubricantes, estabilizantes, tensioactivos, agentes trazadores, agentes fluorescentes, agentes odorizantes y agentes de solubilización.

El o los estabilizantes, cuando están presentes, representan de preferencia como máximo 5% en masa en la composición para transferencia de calor. Entre los estabilizantes, se pueden citar especialmente 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 eventualmente fluorados o perfluorados o alqueno aromático) tales como n-butil glicidil éter, hexanodiol diglicidil éter, alil glicidil éter, butil fenil glicidil éter, fosfitos, fosfonatos, tioles lactonas.

5 Como lubricantes se pueden utilizar especialmente aceites minerales, aceites siliconados, parafinas, naftenos, parafinas sintéticas, alquilo bencenos, poli-alfa olefinas, polialquilenglicoles, poliolésteres y/o poliviniléteres.

10 Como agentes trazadores (susceptibles de ser detectados) se pueden citar hidrofluorocarburos, hidrofluorocarburos deuterados, hidrocarburos deuterados/perfluorocarburos, fluoroéteres, compuestos bromados, compuestos yodados, alcoholes, aldehídos, cetonas, óxido nitroso y combinaciones de estos. El agente trazador es diferente del o de los compuestos para transferencia de calor que componen el fluido para transferencia de calor.

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

15 Como agentes fluorescentes, se pueden citar naftalimidias, perilenos, cumarinas, antracenos, fenantracenos, xantenos, tioxantenos, naftoxantenos/fluoresceínas y derivados y combinaciones de estos.

Como agentes odorizantes, se pueden citar alquilo acrilatos, alilo acrilatos, ácidos acrílicos, lacto ésteres, alquilo éteres, alquilo ésteres, alquinoaldehídostioles, tioéteres, disulfuros, alil isotiocianatos, ácidos alcanoicos, aminas, norbornenos, derivados de norborneno, ciclohexeno, compuestos aromáticos heterocíclicos, ascaridol, o-metoxi(metil)-fenol y combinaciones de estos.

20 Ejemplos

Los siguientes ejemplos ilustran la invención sin limitarla.

Ejemplo 1: influencia de la humedad relativa en la inflamabilidad del HFO-1234yf

25 Se efectuaron pruebas de inflamabilidad del HFO-1234yf, en condiciones húmedas y en condiciones secas según el protocolo de la norma ASTM E681. Una esfera de gas de vidrio es dispuesta en un horno mantenido a 25°C. La esfera es puesta al vacío, el gas por ensayar es introducido, se completa con el aire hasta la presión atmosférica, se provoca una chispa en la mezcla así preparada y se observa el eventual frente de llama por encima de 90° con respecto al punto de ignición. Luego la cantidad de gas es modificada hasta que alcanza un ángulo superior o igual a 90° y encierra la zona de inflamación y de no inflamación. Las pruebas son realizadas a 60°C.

30 El aire utilizado en la prueba es ya sea del aire ambiente de humedad relativa controlada con un higrómetro (entre 35 y 45% de humedad relativa, ya sea una cantidad de agua de 12 mbar en promedio); ya sea del aire seco sintético Praxair 5.0 (con una especificación máxima de 2 vpm de agua).

En condiciones húmedas, el límite inferior de inflamabilidad constatado es del 6,1% en volumen y el límite superior de inflamabilidad es del 12,0% en volumen.

35 En condiciones secas, el límite inferior de inflamabilidad constatado es del 7,6% en volumen y el límite superior de inflamabilidad es del 10,5% en volumen.

La inflamabilidad del HFO-1234yf es por lo tanto reducida (en el sentido de la presente solicitud) a través de una disminución de la humedad relativa del aire.

Ejemplo 2: influencia de la humedad relativa en la inflamabilidad de la mezcla HFO-1234vf/HFC-134a

40 Las pruebas son efectuadas de manera similar al ejemplo 1 en las mezclas binarias de HFO-1234yf/HFC-134a de diferentes composiciones. Se utiliza un aire al 60% de humedad relativa (aire ambiente, valor de humedad relativa controlado por un higrómetro), un aire al 40% de humedad relativa (obtenido por dilución del aire ambiente con aire seco), aire al 20% de humedad relativa (obtenido por dilución del aire ambiente con el aire seco) y el aire seco a aproximadamente 0% de humedad relativa.

45 Se determina para cada condición de humedad relativa una cantidad máxima de HFO-1234yf (o una cantidad mínima de HFC-134a) en la mezcla binaria que permita tener una mezcla no inflamable (sin ninguna propagación de llama sobre más de 90°).

Los resultados son representados en la Figura 1. La pérdida del 1% de humedad relativa permite reducir en aproximadamente un 0,5% la proporción másica de HFC-134a sin degradar la inflamabilidad de la mezcla.

Ejemplo 3 (no ilustra la invención): influencia de la humedad relativa en la inflamabilidad de la mezcla HFC-134a/HFC-32

5 Las pruebas son efectuadas de manera similar al ejemplo 1 en las mezclas binarias de HFC-134a/HFC-32 de diferentes composiciones. Se utiliza un aire al 55% de humedad relativa (aire ambiente, valor de humedad relativa controlado por un higrómetro), un aire al 44% de humedad relativa (obtenido por dilución del aire ambiente con el aire seco), un aire al 20% de humedad relativa (obtenido por dilución del aire ambiente con el aire seco) y el aire seco a aproximadamente 0% de humedad relativa.

10 Se determina para cada condición de humedad relativa una cantidad máxima de HFC-134a (o una cantidad mínima de HFC-32) en la mezcla binaria que permite tener una mezcla no inflamable (sin ninguna propagación de llama sobre más de 90°).

Los resultados son representados en la Figura 2. La pérdida del 1% de humedad relativa permite reducir en aproximadamente un 0,2% la proporción másica de HFC-134a sin degradar la inflamabilidad de la mezcla.

La inflamabilidad de la mezcla HFC-134a/HFC-32 es mucho menos sensible a la humedad relativa que la de la mezcla HFO-1234yf/HFC-134a.

15 **Ejemplo 4: influencia de la humedad relativa en la inflamabilidad de la mezcla HFO-1234vf/HFC-134a/HFC-32**

Se utilizan los resultados de las pruebas de los ejemplos 2 y 3, así como los resultados de pruebas similares efectuadas en mezclas ternarias de HFO-1234yf /HFC-134a/HFC-32 con el fin de construir un diagrama que ilustre la concentración mínima de HFC-134a en la mezcla ternaria asegurando la no inflamabilidad, con base en la humedad relativa.

20 Los resultados son representados en la Figura 3 y de manera diferente en la Figura 6. Se constata que cuanto mas baja sea la humedad relativa, es más posible utilizar una baja proporción de HFC-134a en la mezcla ternaria, y por lo tanto reducir el GWP de la mezcla, y esto sin hacer la mezcla inflamable.

Ejemplo 5: influencia de la humedad relativa en la inflamabilidad de la mezcla HFO-1234ze/HFC-134a

25 Las pruebas son efectuadas de manera similar al ejemplo 1 en mezclas binarias de HFO-1234ze/HFC-134a de diferentes composiciones.

Se determina para cada condición de humedad relativa, una cantidad máxima de HFO-1234ze (o una cantidad mínima de HFC-134a) en la mezcla binaria, que permite tener una mezcla no inflamable (sin ninguna propagación de llama sobre más de 90°).

30 Los resultados son representados en la Figura 9. A una humedad relativa del 50%, se requiere un 25% de HFC-134a para obtener una mezcla no inflamable. A una humedad relativa del 0% (aire seco), el HFO-1234ze solo no es inflamable.

Ejemplo 6: influencia de la humedad relativa en la inflamabilidad de la mezcla HFO-1234ze/HFC-134a/HFC-32

35 Se utilizan los resultados de las pruebas de los ejemplos anteriores, así como los resultados de pruebas similares efectuadas en las mezclas ternarias de HFO-1234ze/HFC-134a/HFC-32 con el fin de construir un diagrama que represente la influencia de la humedad relativa en la inflamabilidad o la no inflamabilidad de estas mezclas. Los resultados son representados en la Figura 4.

Ejemplo 7: influencia de la humedad relativa en la inflamabilidad de la mezcla HFO-1234ze/HFO-1234vf/HFC-134a

40 Se utilizan los resultados de las pruebas de los ejemplos anteriores, así como los resultados de pruebas similares efectuadas en las mezclas ternarias de HFO-1234ze/HFO-1234yf/HFC-134a con el fin de construir un diagrama que represente la influencia de la humedad relativa en la inflamabilidad o la no inflamabilidad de estas mezclas. Los resultados son representados en la Figura 5.

45 A título de ilustración, la composición que comprende el 40% de HFO-1234yf, el 40% de HFO-1234ze y el 20% de HFC-134a presenta un GWP de 290 y no es inflamable si se utiliza con una humedad relativa de menos del 20% a 23°C (ya sea menos de 3,1 g de agua por kg de aire seco).

Ejemplo 8: influencia de la humedad relativa en la inflamabilidad de la mezcla HFO-1234ze/HFC-125

Las pruebas son efectuadas de manera similar al ejemplo 1 en las mezclas binarias de HFO-1234ze/HFC-125 de diferentes composiciones.

Se determina para cada condición de humedad relativa, una cantidad máxima de HFO-1234ze (o una cantidad mínima de HFC-125) en la mezcla binaria, que permite tener una mezcla no inflamable (sin ninguna propagación de llama sobre más de 90°).

Los resultados son representados en la Figura 7.

5 Ejemplo 9: influencia de la humedad relativa en la inflamabilidad de la mezcla HFO-1234vf/HFC-125

Las pruebas son efectuadas de manera similar al ejemplo 1 en las mezclas binarias de HFO-1234yf/HFC-125 de diferentes composiciones.

10 Se determina para cada condición de humedad relativa, una cantidad máxima de HFO-1234yf (o una cantidad mínima de HFC-125) en la mezcla binaria que permite tener una mezcla no inflamable (sin ninguna propagación de llama sobre más de 90°).

Los resultados son representados en la Figura 8.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de enfriamiento o calefacción de un fluido o un cuerpo a través de un circuito de compresión de vapor que contiene un fluido para transferencia de calor, estando el dicho circuito completamente contenido en un recinto, y siendo la humedad relativa del aire en el recinto inferior o igual a un valor H_1 umbral que es inferior al 40%, de preferencia inferior o igual al 35%, de preferencia inferior o igual al 30%, de preferencia inferior o igual al 25%, de preferencia inferior o igual al 20%, de preferencia inferior o igual al 15%, de preferencia inferior o igual al 10%, de preferencia inferior o igual al 5%, siendo la inflamabilidad del fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa inferior a la inflamabilidad del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa, estando la humedad relativa considerada a una temperatura de 23°C, entendiéndose que la dicha humedad relativa es medida a través de un higrostató, luego se determina el valor de humedad relativa correspondiente a la misma cantidad de agua a 23°C, en el cual:
- el fluido para transferencia de calor comprende al menos una fluoroolefina de fórmula XCF_zR_{3-z} , en la cual X es un radical alquilo insaturado en C_2 , C_3 o C_4 , sustituido o no, cada R es independiente de Cl, F, Br, I o H y z es un número entero de 1 a 3;
- 15 • el fluido para transferencia de calor comprende además al menos otro compuesto para transferencia de calor, elegido entre hidrocarburos, hidrocloreofluorocarburos, hidrofluorocarburos, fluoroéteres y éteres de hidrocarburos.
2. Procedimiento de protección contra los riesgos de incendio o explosión en un recinto que contiene al menos parcialmente un circuito de compresión de vapor que contiene un fluido para transferencia de calor, el dicho procedimiento comprende el mantenimiento de la humedad relativa del aire en el recinto a un valor inferior o igual a un valor H_1 umbral el cual es inferior al 40%, de preferencia inferior o igual al 35%, de preferencia inferior o igual al 30%, de preferencia inferior o igual al 25%, de preferencia inferior o igual al 20%, de preferencia inferior o igual al 15%, de preferencia inferior o igual al 10%, de preferencia inferior o igual al 5%, siendo la inflamabilidad del fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa inferior a la inflamabilidad del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa, estando la humedad relativa considerada a una temperatura de 23°C, entendiéndose que la dicha humedad relativa es medida a través de un higrostató, luego se determina el valor de la humedad relativa correspondiente a la misma cantidad de agua a 23°C, en el cual:
- el fluido para transferencia de calor comprende al menos una fluoroolefina de fórmula XCF_zR_{3-z} , en la cual X es un radical alquilo insaturado en C_2 , C_3 o C_4 , sustituido o no, cada R es independiente de Cl, F, Br, I o H y z es un número entero de 1 a 3;
- 30 • el fluido para transferencia de calor comprende además al menos otro compuesto para transferencia de calor, elegido entre hidrocarburos, hidrocloreofluorocarburos, hidrofluorocarburos, fluoroéteres y éteres de hidrocarburos.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el cual el fluido para transferencia de calor es elegido entre:
- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, en una relación másica comprendida entre 5:95 y 99:1;
 - una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica comprendida entre 50:50 y 99:1;
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica comprendida entre 50:50 y 99:1;
 - una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y difluorometano, en una relación másica que es de 2-80:2-80:2-60;
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y difluorometano, en una relación másica de 1-90:1-90:1-65;
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y difluorometano, en una relación másica de 1-90:1-90:1-65;
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica de 1-80:2-93:6-21;
 - 3,3,3-trifluoropropeno, en una mezcla con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno o en una mezcla con 1,3,3,3-tetrafluoropropeno o en una mezcla con 1,1,1,2-tetrafluoroetano o en una mezcla con 1,1,1,2-tetrafluoroetano y el difluorometano o en una mezcla con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y el 1,1,1,2-tetrafluoroetano o en una mezcla con 1,1,1,2-tetrafluoroetano y el 1,3,3,3-tetrafluoropropeno;
 - una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y pentafluoroetano, en una relación másica comprendida entre 70:30 y 85:15;
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y pentafluoroetano, en una relación másica comprendida entre 80:20 y 98:2;

- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica de 30-90:5-50:2-20;
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica de 30-90:5-50:2-20;
- 5
- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica de 15-55:15-55:15-35:15-35;
 - una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica de 15-55:15-55:15-35:15-35.
- 10
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual el fluido para transferencia de calor es elegido entre:
- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica comprendida entre 50:50 y 99:1,
- 15
- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y difluorometano, en una relación másica que es 2-80:2-80:-2-60,
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica comprendida entre 50:50 y 99:1,
- 20
- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y difluorometano, en una relación másica que es 1-90:1-90:1-65,
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y difluorometano, en una relación másica de 1-90:1-90:1-65,
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,2-tetrafluoroetano, en una relación másica que es 1-80:2-93:6-21,
- 25
- una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno y pentafluoroetano, en una relación másica comprendida entre 80:20 y 98:2,
 - una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y pentafluoroetano, en una relación másica comprendida entre 70:30 y 85:15,
- 30
- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica de 30-90:5-50:2-20,
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica de 30-90:5-50:2-20,
 - una mezcla de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica de 15-55:15-55:15-35:15-35,
- 35
- una mezcla de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, difluorometano y pentafluoroetano, en una relación másica de 15-55:15-55:15-35:15-35.
- 40
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual la humedad relativa del aire en el recinto se mantiene en un valor inferior o igual a H_1 por deshumidificación del aire del recinto, de preferencia por condensación del vapor de agua en el aire del recinto o por contacto del aire del recinto con un agente deshidratante.
- 45
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual:
- el fluido para transferencia de calor no es inflamable a la humedad H_1 relativa y es inflamable al 50% de humedad relativa; o
 - el fluido para transferencia de calor es inflamable a la humedad H_1 relativa y es inflamable al 50% de humedad relativa, y el límite inferior de inflamabilidad del fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa es superior al límite inferior de inflamabilidad del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa; o
 - el fluido para transferencia de calor a la humedad H_1 relativa pertenece a una clase de inflamabilidad inferior a la del fluido para transferencia de calor al 50% de humedad relativa.

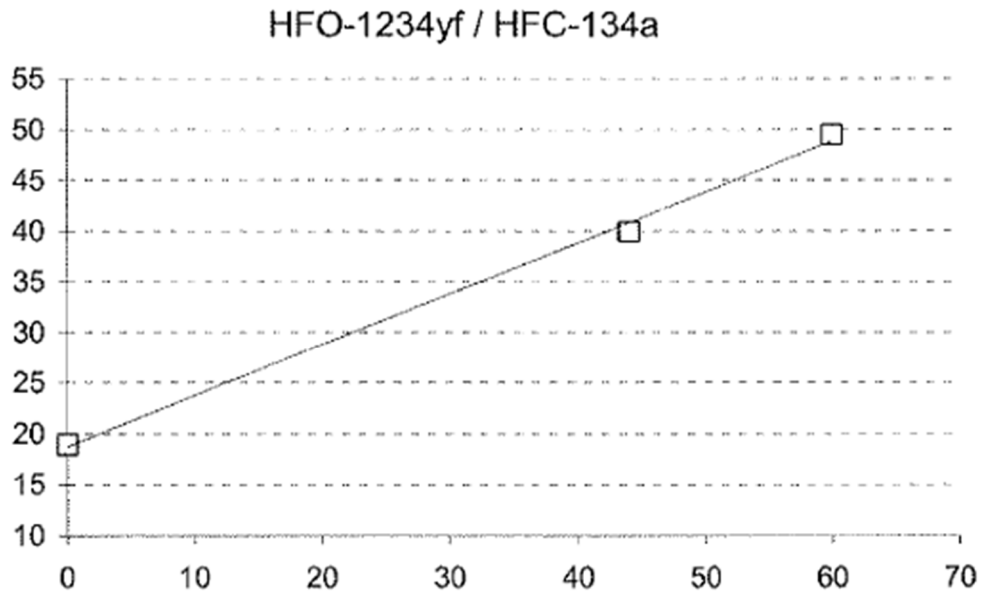


Fig. 1

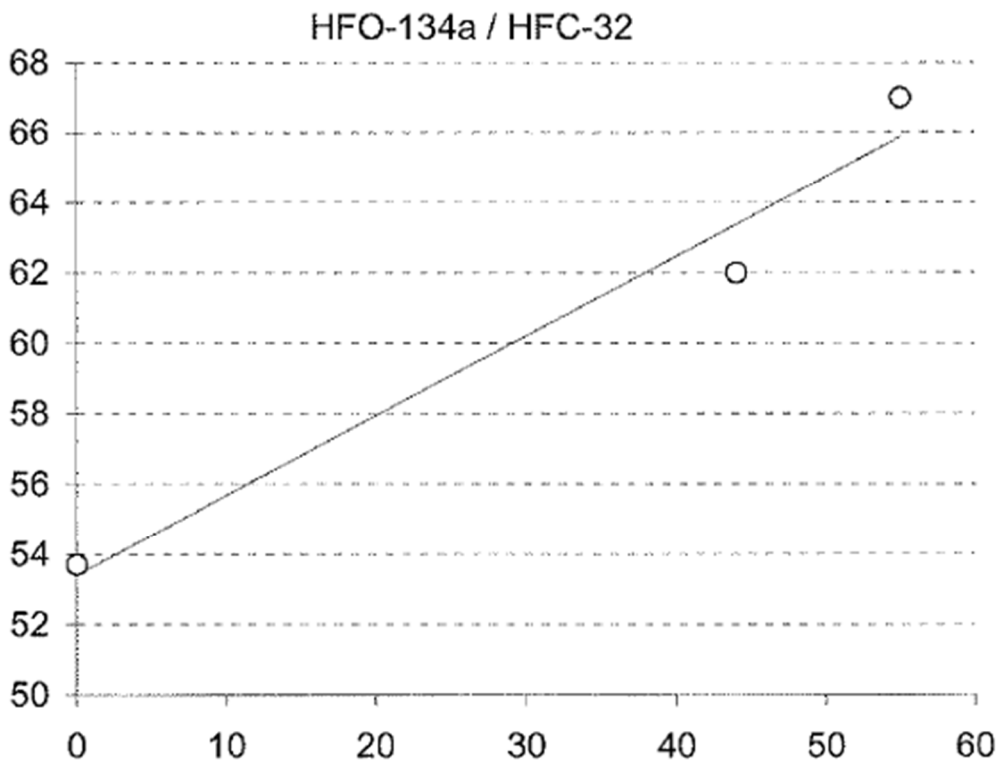


Fig. 2

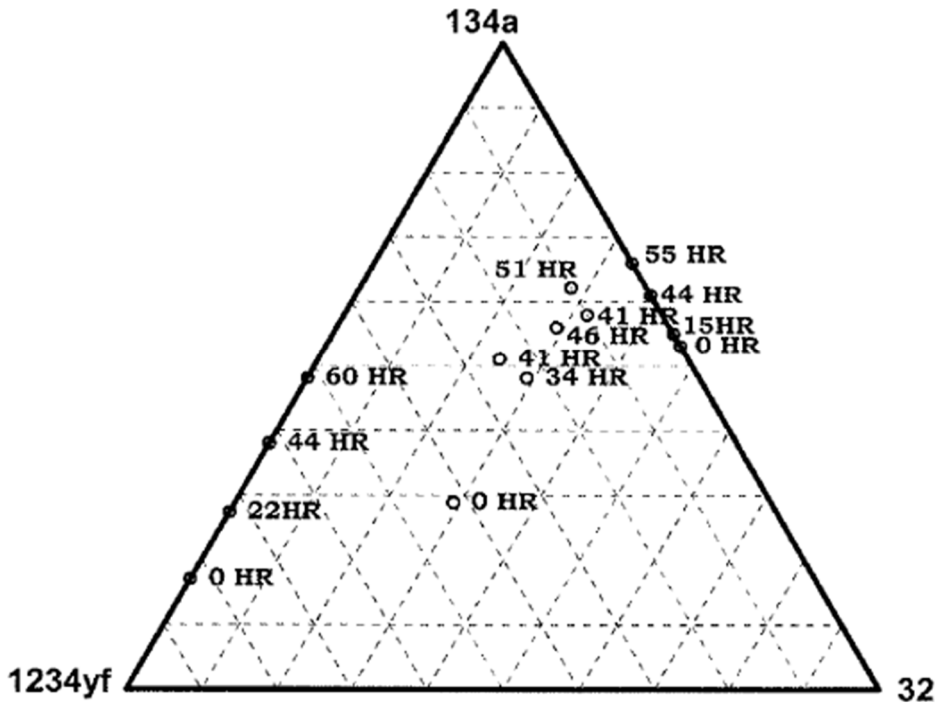


Fig. 3

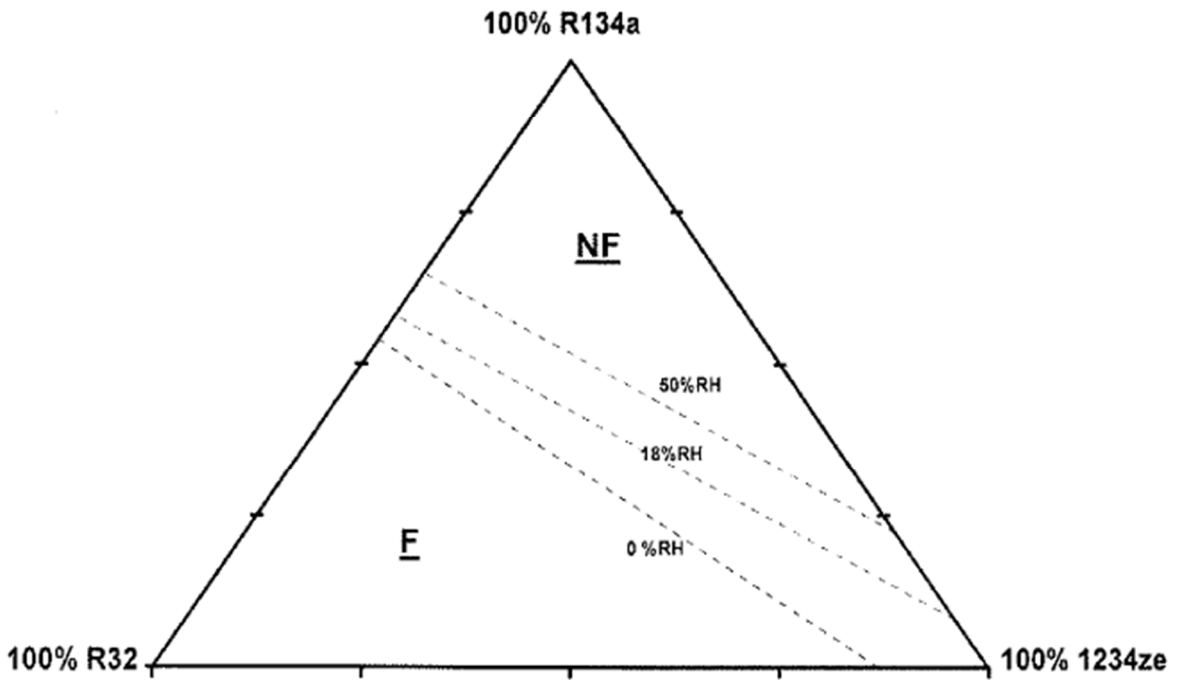


Fig. 4

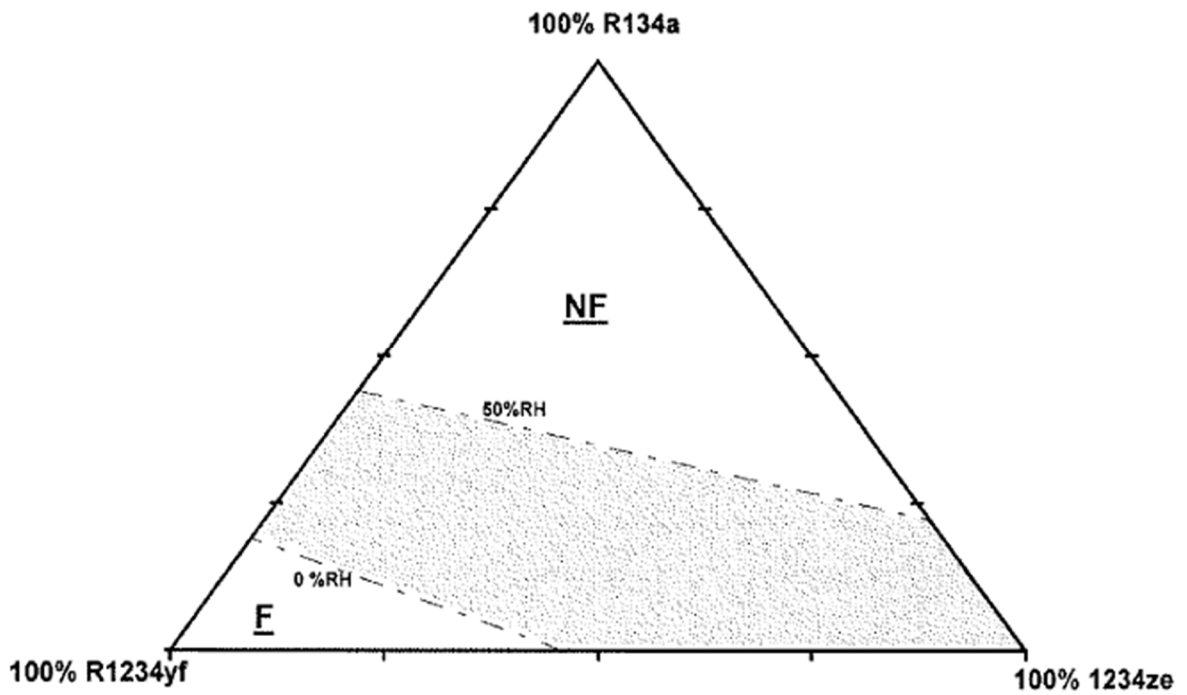


Fig. 5

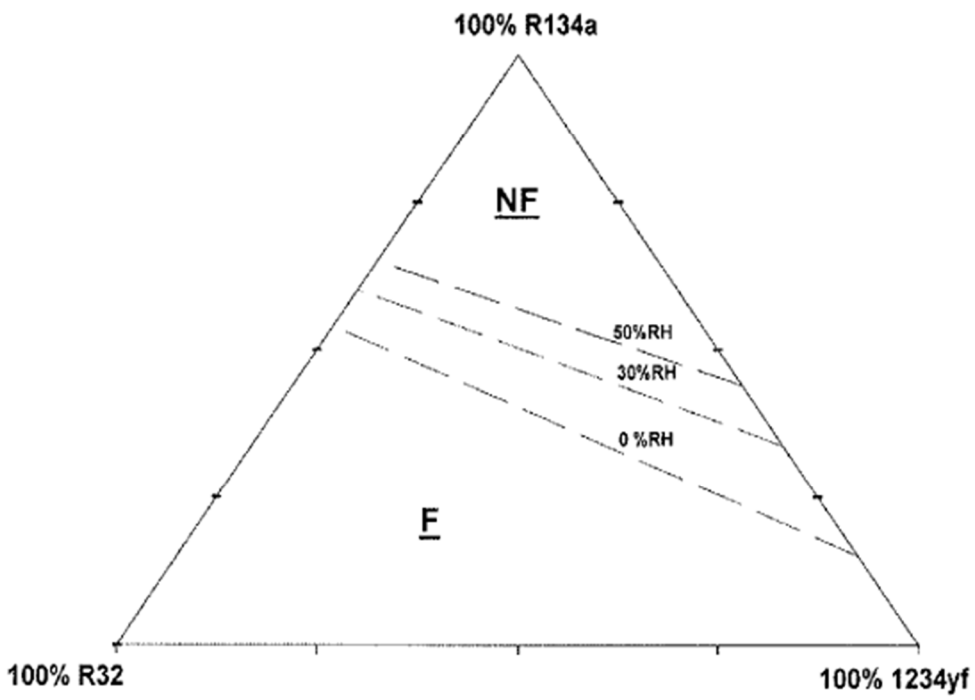


Fig. 6

HFO-1234ze / HFC-125

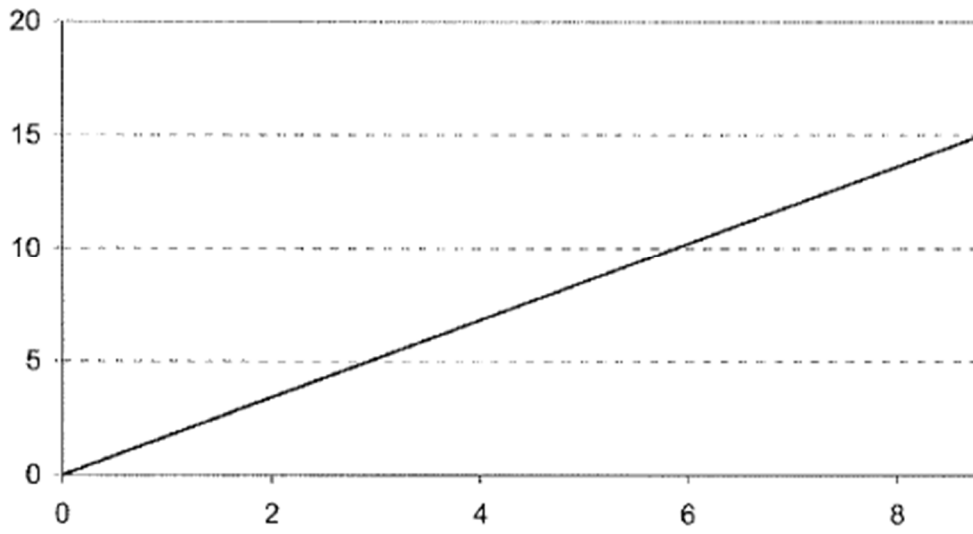


Fig. 7

HFO-1234yf / HFC-125

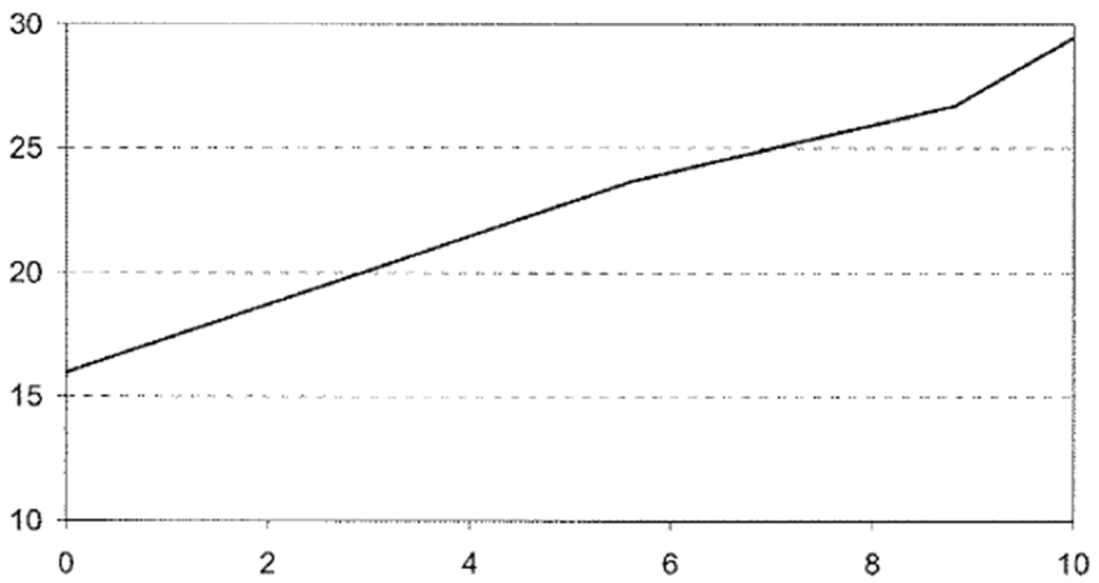


Fig. 8

HFO-1234ze / HFC-134a

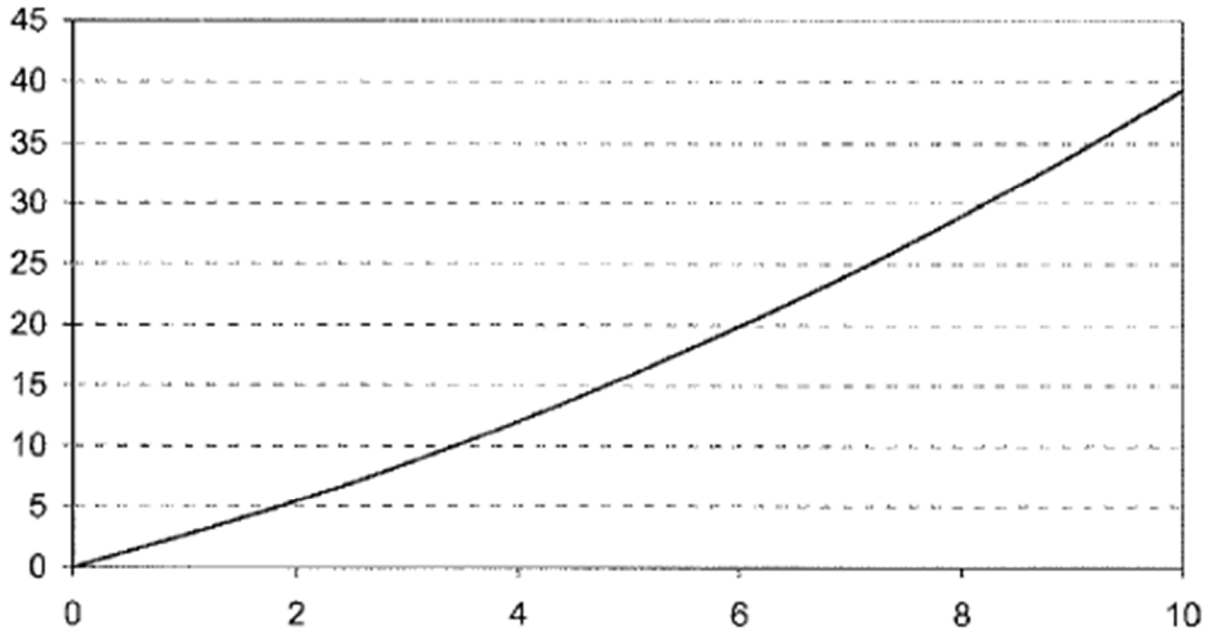


Fig. 9