

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 927**

51 Int. Cl.:

F25B 45/00 (2006.01)

C09K 5/04 (2006.01)

C10M 171/00 (2006.01)

F25B 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2013 PCT/US2013/025656**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.08.2013 WO13122892**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2013 E 13705703 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2814896**

54 Título: **Mezclas refrigerantes que contienen tetrafluoropropano, difluorometano, pentafluoroetano, y tetrafluoroetano, y usos de las mismas**

30 Prioridad:

13.02.2012 US 201261598120 P

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

29.11.2018

73 Titular/es:

**THE CHEMOURS COMPANY FC, LLC (100.0%)
1007 Market Street
Wilmington, DE 19801, US**

72 Inventor/es:

MINOR, BARBARA, HAVILAND

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 691 927 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

Mezclas refrigerantes que contienen tetrafluoropropeno, difluorometano, pentafluoroetano, y tetrafluoroetano, y usos de las mismas

Antecedentes

5 Campo de la descripción.

La presente descripción se refiere a composiciones para su utilización en sistemas de refrigeración. En particular, estas composiciones son útiles en procedimientos para producir enfriamiento, métodos para reemplazar refrigerantes y aparatos de refrigeración.

Descripción de la técnica relacionada

10 La industria de la refrigeración ha estado trabajando durante las últimas décadas para encontrar refrigerantes de reemplazo para los clorofluorocarbonos (CFC) e hidroc fluorocarbonos (HCFC) que agotan el ozono y que están siendo eliminados como resultado del Protocolo de Montreal. La solución para la mayoría de los productores de refrigerantes ha sido la comercialización de refrigerantes de hidrof luorocarbono (HFC). Los nuevos refrigerantes de HFC, siendo el HFC-134a el más utilizado en este momento, tienen un potencial cero de agotamiento del ozono y, por lo tanto, no se ven afectados por la actual eliminación reguladora como resultado del Protocolo de Montreal.

15 Otras regulaciones ambientales pueden finalmente causar la eliminación gradual global de ciertos refrigerantes de HFC. Actualmente, la industria se enfrenta a regulaciones relacionadas con el potencial de calentamiento global ("GWP" por sus siglas e inglés) para los refrigerantes utilizados en el aire acondicionado móvil. En caso de que las regulaciones se apliquen de manera más amplia en el futuro, por ejemplo, para aire acondicionado estacionarios y sistemas de refrigeración, se sentirá una necesidad aún mayor para los refrigerantes que se pueden usar en todas las áreas de la industria de refrigeración y aire acondicionado. La incertidumbre en cuanto a los requisitos reglamentarios finales relativos a GWP, ha obligado a la industria a considerar múltiples compuestos y mezclas candidatos.

20 Los refrigerantes de reemplazo propuestos anteriormente para refrigerantes de HFC y mezclas de refrigerantes incluyen HFC-152a, hidrocarburos puros, tales como butano o propano, o refrigerantes "naturales" tales como CO₂. Cada uno de estos reemplazos sugeridos tiene problemas que incluyen toxicidad, inflamabilidad, baja eficiencia energética o requiere modificaciones importantes en el diseño del equipo. También se están proponiendo nuevos reemplazos para HCFC-22, R-134a, R-404A, R-507, R-407C y R-410A, entre otros (p. ej., en el Documento WO2010/129920 A1). La incertidumbre sobre qué requisitos normativos relativos a GWP se adoptarán finalmente ha obligado a la industria a considerar múltiples compuestos y mezclas candidatos que equilibren la necesidad de bajo GWP, ausencia de inflamabilidad y los parámetros de rendimiento del sistema existentes.

Breve resumen

35 Se ha descubierto que ciertas composiciones que comprenden tetrafluoropropeno, difluorometano, pentafluoroetano y tetrafluoroetano poseen propiedades adecuadas para permitir su utilización como reemplazos de refrigerantes con mayor GWP actualmente en uso, en particular R-404A y R507.

40 De acuerdo con la presente invención, se proporciona una mezcla de refrigerante no inflamable. La mezcla de refrigerante no inflamable consiste esencialmente en (a) de 23 por ciento en peso a 25,5 por ciento en peso de HFO-1234yf, (b) de 22 por ciento en peso a 24,5 por ciento en peso de HFC-32, (c) de 24,5 por ciento en peso a 27 por ciento en peso de HFC-125; (d) de 25,5 por ciento en peso a 28 por ciento en peso de HFC-134a; y (e) de aproximadamente 0,0001 por ciento en peso a 5 por ciento en peso de trans-HFO-1234ze.

Estas mezclas de refrigerante son útiles como componentes en composiciones que también contienen componentes no refrigerantes (p.ej., lubricantes), en procedimientos para producir enfriamiento, en métodos para reemplazar el refrigerante R-404A o R-507, y en aparatos de refrigeración.

Descripción detallada

45 Antes de abordar los detalles de las realizaciones descritas a continuación, se definen o aclaran algunos términos.

Definiciones

Según se utiliza en la presente memoria, el término fluido de transferencia de calor significa una composición utilizada para transportar calor desde una fuente de calor a un disipador de calor.

50 Una fuente de calor se define como cualquier espacio, ubicación, objeto o cuerpo desde el cual es deseable agregar, transferir, mover o eliminar el calor. Los ejemplos de fuentes de calor son espacios (abiertos o cerrados) que requieren refrigeración o enfriamiento, tales como cajas de refrigeradores o congeladores en un supermercado, espacios de construcción que requieren aire acondicionado, enfriadores de agua industriales o el compartimento de

pasajeros de un automóvil que requiere aire acondicionado. En algunas realizaciones, la composición de transferencia de calor puede permanecer en un estado constante durante todo el procedimiento de transferencia (es decir, no evaporarse ni condensarse). En otras realizaciones, los procedimientos de enfriamiento por evaporación también pueden utilizar composiciones de transferencia de calor.

- 5 Un dissipador de calor se define como cualquier espacio, ubicación, objeto o cuerpo capaz de absorber calor. Un sistema de refrigeración por compresión de vapor es un ejemplo de semejante dissipador de calor.

Un refrigerante se define como un fluido de transferencia de calor que sufre un cambio de fase de líquido a gas y retorno durante el ciclo utilizado para la transferencia de calor.

- 10 Un sistema de transferencia de calor es el sistema (o aparato) utilizado para producir un efecto de calentamiento o enfriamiento en un espacio particular. Un sistema de transferencia de calor puede ser un sistema móvil o un sistema portátil.

- 15 Son ejemplos de sistemas de transferencia de calor cualquier tipo de sistemas de refrigeración y sistemas de aire acondicionado, incluyendo, pero sin limitarse a, acondicionadores de aire, congeladores, refrigeradores, bombas de calor, enfriadores de agua, enfriadores de evaporador sumergido, enfriadores de expansión directa, cámaras frigoríficas, dispositivos móviles refrigeradores, unidades de aire acondicionado portátiles, deshumidificadores y combinaciones de los mismos.

- 20 Según se utiliza en la presente memoria, el sistema de transferencia de calor portátil se refiere a cualquier aparato de refrigeración, aire acondicionado o calefacción incorporado en una unidad de transporte para la carretera, el ferrocarril, el mar o el aire. Además, las unidades móviles de refrigeración o aire acondicionado incluyen aquellos aparatos que son independientes de cualquier soporte móvil y se conocen como sistemas "intermodales". Tales sistemas intermodales incluyen el "contenedor" (transporte marítimo/terrestre combinado) y las "cajas móviles" (transporte combinado por carretera/ferrocarril).

- 25 Según se utiliza en la presente memoria, los sistemas estacionarios de transferencia de calor son sistemas que se fijan en su lugar durante la operación. Un sistema de transferencia de calor estacionario puede estar asociado dentro de o estar unido a edificios de cualquier variedad o puede ser un dispositivo autónomo ubicado al aire libre, tal como una máquina expendedora de refrescos. Estas aplicaciones estacionarias pueden ser aire acondicionado estacionario y bombas de calor, incluyendo, pero no limitándose a enfriadores, bombas de calor de alta temperatura, sistemas de aire acondicionado residenciales, comerciales o industriales (incluyendo bombas de calor residenciales) e incluyendo de ventana, sin conductos, con conductos, de terminal empaquetada, y aquellos exteriores pero conectados al edificio tales como los sistemas de azotea. En aplicaciones estacionarias de refrigeración, las composiciones descritas pueden ser útiles en equipos incluyendo refrigeradores y congeladores comerciales, industriales o residenciales, máquinas de hielo, refrigeradores y congeladores autónomos, enfriadores de evaporador sumergido, enfriadores de expansión directa, cámaras frigoríficas y expositores y congeladores de exposición y sistemas combinados. En algunas realizaciones, las composiciones descritas pueden utilizarse en sistemas de refrigeración de supermercados. Adicionalmente, las aplicaciones estacionarias pueden utilizar un sistema de circuito secundario que utiliza un refrigerante primario para producir enfriamiento en una ubicación que se transfiere a una ubicación remota a través de un fluido de transferencia de calor secundario.

- 40 La capacidad de refrigeración (también denominada a veces capacidad de enfriamiento) es un término que define el cambio en la entalpía de un refrigerante (o mezcla de refrigerante) en un evaporador por unidad de masa de refrigerante (o mezcla de refrigerante) en circulación, o el calor eliminado por el refrigerante (o mezcla de refrigerante) en el evaporador por unidad de volumen de vapor de refrigerante (o mezcla de refrigerante) que sale del evaporador (capacidad volumétrica). La capacidad de refrigeración es una medida de la capacidad de un refrigerante (o mezcla de refrigerante) o una composición de transferencia de calor para producir enfriamiento. Por lo tanto, cuanto mayor sea la capacidad, mayor será el enfriamiento que se produce. La velocidad de enfriamiento se refiere al calor eliminado por el refrigerante (o la mezcla de refrigerante) en el evaporador por unidad de tiempo.

- 50 El coeficiente de rendimiento ("COP" por sus siglas en inglés) es la cantidad de calor eliminado en el evaporador dividido por la entrada de energía requerida para hacer funcionar el ciclo. Cuanto mayor es el COP, mayor es la eficiencia energética. El COP está directamente relacionado con la razón de eficiencia energética ("EER" por sus siglas en inglés) que es la calificación de eficiencia para equipos de refrigeración o aire acondicionado en un conjunto específico de temperaturas internas y externas.

- 55 El término "subenfriamiento" se refiere a la reducción de la temperatura de un líquido por debajo del punto de saturación de ese líquido para una presión dada. El punto de saturación es la temperatura a la que el vapor se condensa por completo hasta un líquido, pero el subenfriamiento continúa enfriando el líquido a una temperatura inferior a la presión dada. Al enfriar un líquido refrigerante (o mezcla de refrigerante) por debajo de la temperatura de saturación (o temperatura del punto de burbujeo), se puede aumentar la capacidad neta de refrigeración. El subenfriamiento de este modo mejora la capacidad de refrigeración y la eficiencia energética de un sistema. La cantidad de subenfriamiento es la cantidad de enfriamiento por debajo de la temperatura de saturación (en grados).

Sobrecalentamiento es un término que define cuánto por encima de su temperatura de vapor de saturación (la

temperatura a la que, si se enfría la composición, se forma la primera gota de líquido, también denominado "punto de rocío") se calienta una composición de vapor.

El deslizamiento de temperatura (a veces denominado simplemente "deslizamiento") es el valor absoluto de la diferencia entre las temperaturas de inicio y fin de un procedimiento de cambio de fase por un refrigerante (o mezcla de refrigerante) dentro de un componente de un sistema de refrigerante, excluyendo cualquier subenfriamiento o supercalentamiento. Este término puede utilizarse para describir la condensación o evaporación de una composición casi azeotrópica o no azeotrópica (o mezcla de refrigerante). Cuando se hace referencia al deslizamiento de temperatura de un sistema de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor, es común proporcionar el deslizamiento de temperatura promedio que es el promedio del deslizamiento de temperatura en el evaporador y el deslizamiento de temperatura en el condensador.

Por composición azeotrópica se entiende una mezcla de punto de ebullición constante de dos o más sustancias que se comportan como una sola sustancia. Una forma de caracterizar una composición azeotrópica es que el vapor producido por evaporación parcial o destilación del líquido tiene la misma composición que el líquido del que se evapora o destila, es decir, la mezcla experimenta destilación/reflujo sin cambio de composición. Las composiciones de punto de ebullición constante se caracterizan como azeotrópicas porque muestran un punto de ebullición máximo o mínimo, en comparación con el de la mezcla no azeotrópica de los mismos compuestos. Una composición azeotrópica no se fraccionará dentro de un sistema de refrigeración o aire acondicionado durante el funcionamiento. Además, una composición azeotrópica no se fraccionará después de una fuga de un sistema de refrigeración o aire acondicionado.

Una composición de tipo azeótropo (también denominada comúnmente como "composición casi azeotrópica") es una mezcla líquida de punto de ebullición sustancialmente constante de dos o más sustancias que se comporta esencialmente como una única sustancia. Una forma de caracterizar una composición de tipo azeótropo es que el vapor producido por evaporación o destilación parcial del líquido tiene sustancialmente la misma composición que el líquido del que se evaporó o destiló, es decir, la mezcla experimenta destilación/reflujo sin un cambio sustancial en la composición. Otra forma de caracterizar una composición de tipo azeótropo es que la presión de vapor del punto de burbujeo y la presión de vapor del punto de rocío de la composición a una temperatura concreta son sustancialmente las mismas. En la presente memoria, una composición es de tipo azeótropo si, después de eliminar 50 por ciento en peso de la composición, tal como por evaporación o ebullición, la diferencia en la presión de vapor entre la composición original y la composición restante después de que se haya eliminado 50 por ciento en peso de la composición original es menos de aproximadamente 10 por ciento.

Una composición no azeotrópica (también denominada zeotrópica) es una mezcla de dos o más sustancias que se comporta como una simple mezcla en lugar de una sola sustancia. Una forma de caracterizar una composición no azeotrópica es que el vapor producido por evaporación parcial o destilación del líquido tiene una composición sustancialmente diferente a la del líquido a partir del cual se evaporó o destiló, es decir, la mezcla experimenta destilación/reflujo con un cambio de composición sustancial. Otra forma de caracterizar una composición no azeotrópica es que la presión de vapor del punto de burbujeo y la presión de vapor del punto de rocío de la composición a una temperatura particular son sustancialmente diferentes. En la presente memoria, una composición es no azeotrópica si, después de eliminar 50 por ciento en peso de la composición, tal como por evaporación o ebullición, la diferencia en la presión de vapor entre la composición original y la composición restante después de que se haya eliminado 50 por ciento en peso de la composición original es mayor que aproximadamente 10 por ciento.

Según se utiliza en la presente memoria, el término "lubricante" significa cualquier material añadido a una composición o compresor (y en contacto con cualquier composición de transferencia de calor en uso dentro de cualquier sistema de transferencia de calor) que proporciona lubricación al compresor para ayudar a evitar que las piezas se gripen.

Según se utiliza en la presente memoria, los compatibilizadores son compuestos que mejoran la solubilidad del hidrofluorocarbono de las composiciones descritas en lubricantes del sistema de transferencia de calor. En algunas realizaciones, los compatibilizadores mejoran el retorno de aceite al compresor. En algunas realizaciones, la composición se utiliza con un lubricante de sistema para reducir la viscosidad de fase rica en aceite.

Según se utiliza en la presente memoria, retorno de aceite se refiere a la capacidad de una composición de transferencia de calor para transportar lubricante a través de un sistema de transferencia de calor y devolverlo al compresor. Es decir, durante el uso, no es raro que una parte del lubricante del compresor sea arrastrada por la composición de transferencia de calor desde el compresor a otras partes del sistema. En tales sistemas, si el lubricante no se devuelve eficazmente al compresor, el compresor eventualmente fallará debido a la falta de lubricación.

Según se utiliza en la presente memoria, el colorante "ultravioleta" se define como una composición fluorescente o fosforescente UV que absorbe luz en la región ultravioleta o la región ultravioleta "cercana" del espectro electromagnético. Se puede detectar la fluorescencia producida por el colorante fluorescente UV bajo iluminación mediante una luz UV que emite al menos algo de radiación con una longitud de onda en el intervalo de 10

nanómetros a aproximadamente 775 nanómetros.

Inflamabilidad es un término utilizado para referirse a la capacidad de una composición para encender y/o propagar una llama. Para refrigerantes y otras composiciones de transferencia de calor, el límite inferior de inflamabilidad ("LFL" por sus siglas en inglés) es la concentración mínima de la composición de transferencia de calor en el aire que es capaz de propagar una llama a través de una mezcla homogénea de la composición y el aire en condiciones de prueba especificadas en ASTM (American Society of Testing and Materials) E681-04. El límite superior de inflamabilidad ("UFL" por sus siglas en inglés) es la concentración máxima de la composición de transferencia de calor en el aire que es capaz de propagar una llama a través de una mezcla homogénea de la composición y el aire en las mismas condiciones de prueba. Para ser clasificado por ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers) como no inflamable, un refrigerante no debe ser inflamable bajo las condiciones de ASTM E681-04 formulado en la fase líquida y de vapor, así como no inflamable en las fases líquida y de vapor que resultan durante los escenarios de fuga.

El potencial de calentamiento global (GWP) es un índice para estimar la contribución relativa al calentamiento global debido a la emisión atmosférica de un kilogramo de un gas de efecto invernadero en particular en comparación con la emisión de un kilogramo de dióxido de carbono. El GWP se puede calcular para diferentes horizontes de tiempo que muestran el efecto de la vida atmosférica para un gas dado. El GWP para el horizonte temporal de 100 años es comúnmente el valor al que se hace referencia. Para las mezclas, se puede calcular un promedio ponderado en función de los GWP individuales para cada componente.

El potencial de agotamiento del ozono (ODP) es un número que se refiere a la cantidad de agotamiento de ozono causada por una sustancia. El ODP es la razón del impacto en el ozono de un producto químico en comparación con el impacto de una masa similar de CFC-11 (fluorotriclorometano). Por lo tanto, el ODP de CFC-11 se define como 1,0. Otros CFC y HCFC tienen ODP que varían de 0,01 a 1,0. Los HFC tienen ODP cero porque no contienen cloro.

Según se utiliza en la presente memoria, se pretende que los términos "comprende", "que comprende", "incluye", "que incluye", "tiene", "que tiene" o cualquier otra variación de los mismos, abarquen una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, una composición, procedimiento, método, artículo o aparato que comprende una lista de elementos no se limita necesariamente a esos elementos, sino que puede incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a tal composición, procedimiento, método, artículo o aparato. Adicionalmente, a menos que se indique expresamente lo contrario, "o" se refiere a un o inclusivo y no a un o exclusivo. Por ejemplo, una condición A o B se satisface con cualquiera de los siguientes: A es verdadera (o presente) y B es falsa (o no está presente), A es falsa (o no está presente) y B es verdadera (o presente), y tanto A como B son verdaderas (o presentes).

La frase de transición "que consiste en" excluye cualquier elemento, etapa o ingrediente no especificado. Si estuviera en la reivindicación, esto cerraría la reivindicación a la inclusión de materiales distintos a los enumerados, a excepción de las impurezas asociadas normalmente con los mismos. Cuando la frase "consiste en" aparece en una cláusula del cuerpo de una reivindicación, en lugar de seguir inmediatamente el preámbulo, limita solo el elemento establecido en esa cláusula; otros elementos no están excluidos de la reivindicación en su totalidad.

La frase de transición "que consiste esencialmente en" se utiliza para definir una composición, método o aparato que incluye materiales, etapas, características, componentes o elementos, además de los literalmente descritos, siempre que estos materiales, etapas, características, componentes, o elementos incluidos adicionales afecten materialmente a las una o más características básicas y novedosas de la invención reivindicada. El término "que consiste esencialmente en" ocupa un término medio entre "que comprende" y "que consiste en". Típicamente, los componentes de las mezclas de refrigerante y las propias mezclas de refrigerante pueden contener cantidades menores (p. ej., menos de aproximadamente 0,5 por ciento en peso total) de impurezas y/o subproductos (p. ej., de la fabricación de los componentes refrigerantes o la recuperación de los componentes refrigerantes de otros sistemas) que no afectan materialmente a las características novedosas y básicas de la mezcla de refrigerante. Por ejemplo, el HFC-134a puede contener cantidades menores de HFC-134 como subproducto de la fabricación de HFC-134a. Cabe destacar que, en relación con esta invención es HFO-1234ze, que puede ser un subproducto de ciertos procedimientos para producir HFO-1234yf (véase, p. ej., el Documento US2009/0278075). Sin embargo, se observa que ciertas realizaciones de la presente invención al mencionar HFO-1234ze como un componente separado incluyen HFO-1234ze independientemente de si su presencia afecta o no las características novedosas y básicas de la mezcla de refrigerante (solo o junto con otras impurezas y/o subproductos que, por sí mismos, no afectarían materialmente a las características novedosas y básicas de la mezcla de refrigerante).

Cuando los autores de la presente solicitud han definido una invención o una parte de la misma con un término abierto tal como "que comprende", debe entenderse fácilmente que (a menos que se indique lo contrario) se debe interpretar que la descripción también describe semejante invención utilizando los términos "que consiste esencialmente de" o "que consiste en".

Además, la utilización de "un", "uno" o "una" se emplea para describir los elementos y componentes descritos en la presente memoria. Esto se hace simplemente por conveniencia y para dar un sentido general del alcance de la invención. Esta descripción debe leerse para incluir uno o al menos uno y el singular también incluye el plural a menos que sea obvio que se quiere decir lo contrario.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos utilizados en la presente memoria tienen el mismo significado que entiende comúnmente un experto habitual en la técnica a la que pertenece esta invención. Aunque los métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la presente memoria pueden utilizarse en la práctica o prueba de realizaciones de las composiciones descritas, los métodos y materiales adecuados se describen a continuación. Todas las publicaciones, solicitudes de patentes, patentes y otras referencias mencionadas en la presente memoria se incorporan como referencia en su totalidad, a menos que se cite un pasaje en particular. En caso de conflicto, prevalecerá la presente memoria descriptiva, incluyendo las definiciones. Además, los materiales, métodos y ejemplos son solo ilustrativos y no se pretende que sean limitantes.

También se puede hacer referencia a 2,3,3,3-tetrafluoropropeno como HFO-1234yf, HFC-1234yf o R1234yf. Se puede preparar HFO-1234yf mediante métodos conocidos en la técnica, tales como deshidrofluoración de 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb) o 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (HFC-245cb).

El difluorometano (HFC-32 o R32) está disponible comercialmente o puede prepararse por métodos conocidos en la técnica, tales como por dechlorofluoración de cloruro de metileno.

El pentafluoroetano (HFC-125 o R125) está disponible comercialmente o se puede preparar mediante métodos conocidos en la técnica, tales como la dechlorofluoración de 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoroetano como se describe en Patente de los Estados Unidos Núm. 5.399.549.

1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-134a o R134a) está disponible comercialmente o puede prepararse mediante métodos conocidos en la técnica, tales como mediante la hidrogenación de 1,1-dicloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano (es decir, CCl₂FCF₃ o CFC-114a) a 1,1,1,2-tetrafluoroetano.

Se puede preparar 1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze) por deshidrofluoración de 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb, CF₃CHFCH₂F) o 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (HFC-245fa, CF₃CH₂CHF₂). La reacción de deshidrofluoración puede tener lugar en la fase de vapor en presencia o ausencia de catalizador, y también en la fase líquida por reacción con sosa cáustica, tal como NaOH o KOH. Estas reacciones se describen con más detalle en la Publicación de Patente de los EE. UU Núm. 2006/0106263. HFO-1234ze puede existir como uno de dos isómeros configuracionales, cis o trans (también denominados isómeros E y Z, respectivamente). Trans-HFO-1234ze está disponible comercialmente de ciertos fabricantes de fluorocarbonos (p. ej., Honeywell International Inc., Morristown, NJ).

Composiciones

Se describen mezclas de refrigerantes no inflamables que consisten esencialmente en (a) de 23 por ciento en peso a 25,5 por ciento en peso de HFO-1234yf, (b) de 22 por ciento en peso a 24,5 por ciento en peso de HFC-32, (c) de 24,5 por ciento en peso a 27 por ciento de HFC-125; (d) de 25,5 por ciento en peso a 28 por ciento en peso de HFC-134a; y (e) de aproximadamente 0,0001 por ciento en peso a 5 por ciento en peso de trans-HFO-1234ze.

En otra realización, las mezclas de refrigerante no inflamables son de tipo azeótropo.

En otra realización, las mezclas de refrigerantes no inflamables contienen trans-HFO-1234ze de aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 0,1 por ciento en peso.

En otra realización, las mezclas de refrigerante no inflamables de tipo azeótropo y trans-HFO-1234ze cuando está presente de aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 0,1 por ciento en peso.

HFO-1234yf y las mezclas que contienen HFO-1234yf se consideran reemplazos de bajo de GWP para ciertos refrigerantes y mezclas de refrigerantes que tienen un GWP relativamente alto. En particular, R-404A (designación ASHRAE para una mezcla que contiene 44% en peso de HFC-125, 52% en peso de HFC-143a (1,1,1-trifluoroetano) y 4% en peso de HFC-134a) tiene un GWP de 3922 y será necesario reemplazarlo. Adicionalmente, R-507 (designación ASHRAE para una mezcla que contiene 50% en peso de HFC-125 y 50% en peso de HFC-143a), que tiene propiedades virtualmente idénticas a R404A y por lo tanto puede utilizarse en muchos sistemas R404A, tiene un GWP igual a 3985 y, por lo tanto, no proporciona un reemplazo de GWP más bajo para R404A, pero también necesitará reemplazo.

En algunas realizaciones, además del tetrafluoropropeno, difluorometano, pentafluoroetano, tetrafluoroetano, las composiciones descritas pueden comprender componentes no refrigerantes opcionales.

En algunas realizaciones, los componentes no refrigerantes opcionales (también denominados en la presente memoria aditivos) en las composiciones descritas en la presente memoria pueden comprender uno o más componentes seleccionados del grupo que consiste en lubricantes, colorantes (incluyendo colorantes UV), agentes solubilizantes, compatibilizadores, estabilizadores, trazadores, perfluoropoliéteres, agentes antidesgaste, agentes de presión extrema, inhibidores de corrosión y oxidación, reductores de energía de superficie metálica, desactivadores de superficies metálicas, captadores de radicales libres, agentes de control de espuma, mejoradores del índice de viscosidad, depresores de punto de congelación, detergentes, ajustadores de viscosidad y mezclas de los mismos. De hecho, muchos de estos componentes no refrigerantes opcionales se ajustan a una o más de estas categorías y

pueden tener cualidades que se prestan para lograr una o más características de rendimiento.

En algunas realizaciones, uno o más componentes no refrigerantes están presentes en pequeñas cantidades con relación a la composición global. En algunas realizaciones, la cantidad de concentración de los uno o más aditivos en las composiciones descritas es de menos de aproximadamente 0,1 por ciento en peso a tanto como aproximadamente 5 por ciento en peso de la composición total. En algunas realizaciones de la presente invención, los aditivos están presentes en las composiciones descritas en una cantidad entre aproximadamente 0,1 por ciento en peso y aproximadamente 5 por ciento en peso de la composición total o en una cantidad entre aproximadamente 0,1 por ciento en peso y aproximadamente 3,5 por ciento en peso. Los uno o más componentes aditivos seleccionados para la composición descrita se seleccionan dependiendo de la utilidad y/o los componentes del equipo individual o los requisitos del sistema.

En algunas realizaciones, el lubricante es un lubricante de aceite mineral. En algunas realizaciones, el lubricante de aceite mineral se selecciona del grupo que consiste en parafinas (incluyendo hidrocarburos saturados de cadena carbonada lineal, hidrocarburos saturados de cadena carbonada ramificada y mezclas de los mismos), naftenos (incluyendo estructuras cíclicas y anulares saturadas), compuestos aromáticos (aquellos con hidrocarburos insaturados que contienen uno o más anillos, en donde uno o más anillos se caracterizan por dobles enlaces carbono-carbono alternantes) y compuestos no hidrocarbonados (aquellas moléculas que contienen átomos tales como azufre, nitrógeno, oxígeno y mezclas de los mismos) y mezclas y combinaciones de los mismos.

Algunas realizaciones pueden contener uno o más lubricantes sintéticos. En algunas realizaciones, el lubricante sintético se selecciona del grupo que consiste en compuestos aromáticos sustituidos con alquilo (tales como benceno o naftaleno sustituido con grupos alquilo lineales, ramificados o mezclas de grupos alquilo lineales y ramificados, a menudo genéricamente denominados alquilbencenos), parafinas sintéticas y naftenos, poli(alfa olefinas), poliglicoles (incluyendo polialquilenglicoles), ésteres de ácidos dibásicos, poliésteres, ésteres de polioles, ésteres neopentílicos, poli (vinil éteres) ("PVE"), perfluoropoliésteres ("PFPE"), siliconas, ésteres de silicatos, compuestos fluorados, ésteres de fosfatos, policarbonatos y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los lubricantes descritos en este párrafo.

Los lubricantes descritos en la presente memoria pueden ser lubricantes disponibles comercialmente. Por ejemplo, el lubricante puede ser aceite mineral parafínico, comercializado por BVA Oils como BVM 100 N; aceites minerales nafténicos comercializados por Crompton Co. con las marcas registradas Suniso® 1GS, Suniso® 3GS y Suniso® 5GS; aceite mineral nafténico comercializado por Pennzoil bajo la marca comercial Sontex® 372LT; aceite mineral nafténico comercializado por Calumet Lubricants bajo la marca comercial Calumet® RO-30; alquilbencenos lineales comercializados por Shrieve Chemicals con las marcas comerciales Zerol® 75, Zerol® 150 y Zerol® 500; y alquilbenceno ramificado comercializado por Nippon Oil como HAB 22; ésteres de polioles (POE) comercializados bajo la marca registrada Castrol® 100 por Castrol; polialquilenglicoles (PAG) tales como RL-488A de Dow Chemical; perfluoropoliésteres (PFPE) comercializados bajo la marca comercial Krytox® por E. I. du Pont de Nemours; comercializado bajo la marca comercial Fomblin® por Ausimont; o comercializado bajo la marca registrada Demnum por Daikin Industries; y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los lubricantes descritos en este párrafo.

Los lubricantes utilizados con la presente invención pueden diseñarse para su uso con refrigerantes de hidrofluorocarbono y pueden ser miscibles con composiciones como se describe en la presente memoria en condiciones de funcionamiento de aparatos de refrigeración y aire acondicionado por compresión. En algunas realizaciones, los lubricantes se seleccionan considerando los requisitos de un compresor dado y el ambiente al que se expondrá el lubricante.

En las composiciones de la presente invención que incluyen un lubricante, el lubricante está presente en una cantidad de menos de 5,0 por ciento en peso con respecto a la composición total. En otras realizaciones, la cantidad de lubricante está entre aproximadamente 0,1 y 3,5 por ciento en peso de la composición total.

A pesar de las razones en peso anteriores para las composiciones descritas en la presente memoria, se entiende que, en algunos sistemas de transferencia de calor, mientras se utiliza la composición, puede recibir lubricante adicional de uno o más componentes del equipo de tal sistema de transferencia de calor. Por ejemplo, en algunos sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor, los lubricantes pueden cargarse en el compresor y/o en el cárter para lubricante del compresor. Tal lubricante sería adicional a cualquier aditivo lubricante presente en el refrigerante en dicho sistema. Durante el uso, la composición de refrigerante, cuando está en el compresor, puede recoger una cantidad del lubricante del equipo cambiando la composición del lubricante del refrigerante con respecto a la proporción inicial.

En tales sistemas de transferencia de calor, incluso cuando la mayoría del lubricante reside dentro de la porción del compresor del sistema, el sistema completo puede contener una composición total desde tanto como aproximadamente 75 por ciento en peso hasta tan poco como aproximadamente 1,0 por ciento en peso de la composición lubricante. En algunos sistemas, por ejemplo, vitrinas refrigeradas para supermercados, el sistema puede contener aproximadamente 3 por ciento en peso de lubricante (por encima de cualquier lubricante presente en la composición de refrigerante antes de cargar el sistema) y 97 por ciento en peso de refrigerante.

El componente no refrigerante utilizado con las composiciones de la presente invención puede incluir al menos un colorante. El colorante puede ser al menos un colorante ultravioleta (UV). El colorante UV puede ser un colorante fluorescente. El colorante fluorescente puede seleccionarse del grupo que consiste en naftalimidias, perilenos, cumarinas, antracenos, fenantracenos, xantenos, tioxantenos, naftoxantenos, fluoresceínas y derivados de dicho colorante, y combinaciones de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los colorantes anteriores o sus derivados descritos en este párrafo.

En algunas realizaciones, las composiciones descritas contienen de aproximadamente 0,001 por ciento en peso a aproximadamente 1,0 por ciento en peso de colorante UV. En otras realizaciones, el colorante UV está presente en una cantidad de aproximadamente 0,005 por ciento en peso a aproximadamente 0,5 por ciento en peso; y en otras realizaciones, el colorante UV está presente en una cantidad de 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 0,25 por ciento en peso de la composición total.

El colorante UV es un componente útil para detectar fugas de la composición al permitir observar la fluorescencia del colorante en o cerca de un punto de fuga en un aparato (p.ej., unidad de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor). La emisión de UV, p. ej., la fluorescencia del colorante se puede observar bajo una luz ultravioleta. Por lo tanto, si una composición que contiene semejante colorante UV se filtra desde un punto dado en un aparato, la fluorescencia puede detectarse en el punto de fuga, o en las proximidades del punto de fuga.

Otro componente no refrigerante que puede utilizarse con las composiciones de la presente invención puede incluir al menos un agente solubilizante seleccionado para mejorar la solubilidad de uno o más colorantes en las composiciones descritas. En algunas realizaciones, la razón en peso de colorante con respecto a agente solubilizante varía de aproximadamente 99:1 a aproximadamente 1:1. Los agentes solubilizantes incluyen al menos un compuesto seleccionado del grupo que consiste en hidrocarburos, éteres de hidrocarburos, polioxialquilenglicol éteres (tales como dimetil éter de dipropilenglicol), amidas, nitrilos, cetonas, clorocarbonos (tales como cloruro de metileno, tricloroetileno, cloroformo o mezclas de los mismos), ésteres, lactonas, éteres aromáticos, fluoroéteres y 1,1,1-trifluoroalcanos y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los agentes solubilizantes descritos en este párrafo.

En algunas realizaciones, el componente no refrigerante comprende al menos un compatibilizador para mejorar la compatibilidad de uno o más lubricantes con las composiciones descritas. El compatibilizador se puede seleccionar del grupo que consiste en hidrocarburos, éteres de hidrocarburos, polioxialquilenglicol éteres (tales como dimetiléter de dipropilenglicol), amidas, nitrilos, cetonas, clorocarbonos (tales como cloruro de metileno, tricloroetileno, cloroformo o mezclas de los mismos), ésteres, lactonas, éteres aromáticos, fluoroéteres, 1,1,1-trifluoroalcanos y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los compatibilizadores descritos en este párrafo.

El agente solubilizante y/o compatibilizador se puede seleccionar del grupo que consiste en éteres de hidrocarburos que consisten en éteres que contienen solo carbono, hidrógeno y oxígeno, tales como dimetiléter (DME) y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los éteres hidrocarbonados descritos en este párrafo.

El compatibilizador puede ser un compatibilizador de hidrocarburo alifático o aromático lineal o cíclico que contiene de 6 a 15 átomos de carbono. El compatibilizador puede ser al menos un hidrocarburo, que se puede seleccionar del grupo que consiste en al menos hexanos, octanos, nonanos y decanos, entre otros. Los compatibilizadores de hidrocarburos comercialmente disponibles incluyen, pero no se limitan a, los de Exxon Chemical (EE.UU.) comercializados bajo las marcas registradas Isopar® H, una mezcla de undecano (C₁₁) y dodecano (C₁₂) (un compuesto isoparafínico C₁₁ a C₁₂ de alta pureza), Aromatic 150 (un compuesto aromático C₉ a C₁₁), Aromatic 200 (un compuesto aromático C₉ a C₁₅) y Nafta 140 (una mezcla de parafinas, naftenos e hidrocarburos aromáticos C₅ a C₁₁) y mezclas de los mismos, lo que significa, mezclas de cualquiera de los hidrocarburos descritos en este párrafo.

El compatibilizador puede ser alternativamente al menos un compatibilizador polimérico. El compatibilizador polimérico puede ser un copolímero al azar de acrilatos fluorados y no fluorados, en donde el polímero comprende unidades repetitivas de al menos un monómero representado por las fórmulas CH₂=C(R¹)CO₂R², CH₂=C(R³)C₆H₄R⁴ y CH₂=C(R⁵)C₆H₄XR⁶, en donde X es oxígeno o azufre; R¹, R³ y R⁵ se seleccionan independientemente del grupo que consiste en H y radicales alquilo C₁-C₄; y R², R⁴ y R⁶ se seleccionan independientemente del grupo que consiste en radicales basados en la cadena de carbono que contienen C y F, y pueden contener adicionalmente H, Cl, oxígeno de éter o azufre en forma de grupos tioéter, sulfóxido o sulfona y mezclas de los mismos. Los ejemplos de tales compatibilizadores poliméricos incluyen los disponibles comercialmente de E. I. du Pont de Nemours and Company, bajo la marca comercial Zonyl® PHS. Zonyl® PHS es un copolímero al azar fabricado por polimerización de 40 por ciento en peso de CH₂=C(CH₃)CO₂CH₂CH₂(CF₂CF₂)_mF (también denominado fluorometacrilato de Zonyl® o ZFM) en donde m es de 1 a 12, principalmente de 2 a 8, y 60 por ciento en peso de metacrilato de laurilo (CH₂=C(CH₃)CO₂(CH₂)₁₁, CH₃, también conocido como LMA).

En algunas realizaciones, el componente compatibilizador contiene de aproximadamente 0,01 a 30 por ciento en peso (basado en la cantidad total de compatibilizador) de un aditivo que reduce la energía superficial de cobre metálico, aluminio, acero u otros metales y aleaciones de metales encontrados en intercambiadores de calor de una manera que reduce la adherencia de lubricantes al metal. Los ejemplos de aditivos reductores de la energía de la superficie metálica incluyen los comercializados por DuPont con las marcas comerciales Zonyl® FSA, Zonyl® FSP y

Zonyl® FSJ.

Otro componente no refrigerante que se puede utilizar con las composiciones de la presente invención puede ser un desactivador de la superficie metálica. El desactivador de la superficie metálica se selecciona del grupo que consiste en areoxalil bis (bencilideno) hidrazida (Núm. reg CAS 6629-10-3), N,N'-bis(3,5-di-terc-butil-4-hidroxi-hidrocinnamóilhidrazina (Núm. reg CAS 32687-78-8), 2,2'-oxamidobis-etil-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxi-hidrocinnamato (Núm. reg CAS 70331-94-1), N, N'-(disaliclidén)-1,2-diaminopropano (Núm. reg CAS 94-91-7) y ácido etilendiaminotetraacético (Núm. reg CAS 60-00-4) y sus sales, y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los desactivadores de superficies metálicas descritos en este párrafo.

El componente no refrigerante utilizado con las composiciones de la presente invención puede ser alternativamente un estabilizador seleccionado del grupo que consiste en fenoles con impedimento estérico, tiofosfatos, trifenilfosforotionatos butilados, organofosfatos o fosfitos, aril alquil éteres, terpenos, terpenoides, epóxidos, epóxidos fluorados, oxetanos, ácido ascórbico, tioles, lactonas, tioéteres, aminas, nitrometano, alquilsilanos, derivados de benzofenona, sulfuros de arilo, ácido divinil tereftálico, ácido difenil tereftálico, líquidos iónicos y mezclas de los mismos, lo que significa, mezclas de cualquiera de los estabilizantes descritos en este párrafo .

El estabilizador se puede seleccionar del grupo que consiste en tocoferol; hidroquinona; t-butil hidroquinona; monotiofosfatos; y ditiofosfatos, disponible comercialmente de Ciba Specialty Chemicals, en lo sucesivo "Ciba", bajo la marca comercial Irgalube® 63; ésteres de dialquiltiofosfato, disponibles comercialmente de Ciba con las marcas comerciales Irgalube® 353 e Irgalube® 350, respectivamente; trifenilfosforotionatos butilados, comercialmente disponibles de Ciba bajo la marca comercial Irgalube® 232; fosfatos de amina, disponibles comercialmente de Ciba bajo la marca comercial Irgalube® 349 (Ciba); fosfitos con impedimento estérico, disponibles comercialmente de Ciba como Irgafos® 168 y Fosfito de Tris-(di-terc-butilfenilo), disponible comercialmente de Ciba bajo la marca comercial Irgafos® OPH; (fosfito de Di-n-octilo); y fosfito de isodecil difenilo, disponible comercialmente de Ciba bajo la marca comercial Irgafos® DDPP; fosfatos de trialquilo, tales como fosfato de trimetilo, fosfato de trietilo, fosfato de tributilo, fosfato de trioctilo y fosfato de tri(2-etilhexilo); fosfatos de triarilo incluyendo fosfato de trifenilo, fosfato de tricresilo y fosfato de trixilenil; y fosfatos de alquil-arilo mixtos incluyendo fosfato de isopropilfenil (IPPP) y fosfato de bis(t-butilfenil) fenilo (TBPP); fosfatos de trifenilo butilados, tales como los disponibles comercialmente bajo la marca registrada Syn-O-Ad® incluyendo Syn-O-Ad® 8784; fosfatos de trifenilo terc-butilados tales como los disponibles comercialmente bajo la marca registrada Durad®620; fosfatos de trifenilo isopropilados tales como los comercialmente disponibles bajo las marcas comerciales Durad® 220 y Durad®110; anisol; 1,4-dimetoxibenceno; 1,4-dietoxibenceno; 1,3,5-trimetoxibenceno; mirceno, aloocimeno, limoneno (en particular, d-limoneno); retinal; pineno; mentol; geraniol; farnesol; fitol; Vitamina A; terpineno; delta-3-careno; terpinoleno; felandreno; fencheno; dipenteno; caratenoides, tales como licopeno, betacaroteno y xantofilas, tales como zeaxantina; retinoides, tales como hepaxantina e isotretinoína; bornano; óxido de 1,2-propileno; óxido de 1,2-butileno; n-butil glicidil éter; trifluorometiloxirano; 1,1-bis(trifluorometil)oxirano; 3-etil-3-hidroxi-metil-oxetano, tal como OXT-101 (Toagosei Co., Ltd); 3-etil-3-((fenoxi)metil)-oxetano, tal como OXT-211 (Toagosei Co., Ltd); 3-etil-3-((2-etil-hexiloxi)metil)-oxetano, tal como OXT-212 (Toagosei Co., Ltd); ácido ascórbico; metanotiol (metil mercaptano); etanotiol (etil mercaptano); Coenzima A; ácido dimercaptosuccínico (DMSA); mercaptano de pomelo ((R)-2-(4-metilciclohex-3-enil)propano-2-tiol); cisteína (ácido (R)-2-amino-3-sulfanil-propanoico); lipoamida (1,2-ditiolano-3-pentanamida); 5,7-bis(1,1-dimetiletil)-3-[2,3(o 3,4)-dimetilfenil]-2(3H)-benzofuranona, disponible comercialmente de Ciba con la marca comercial Irganox® HP-136; sulfuro de bencilfenilo; sulfuro de difenilo; diisopropilamina; 3,3'-tiopropionato de dioctadecilo, disponible comercialmente de Ciba con la marca comercial Irganox® PS 802 (Ciba); 3,3'-tiopropionato de didodecil, disponible comercialmente de Ciba bajo la marca comercial Irganox® PS 800; sebacato de di-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo), disponible comercialmente de Ciba bajo la marca comercial Tinuvin® 770; succinato de poli-(N-hidroxi-etil-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxi-piperidilo), disponible comercialmente de Ciba bajo la marca comercial Tinuvin® 622LD (Ciba); metil bis sebo amina; bis sebo amina; fenol-alfa-naftilamina; bis(dimetilamino)metilsilano (DMAMS); tris(trimetilsilil)silano (TTMSS); viniltrióxidosilano; viniltrimetoxisilano; 2,5-difluorobenzofenona; 2'5'-dihidroxiacetofenona; 2-aminobenzofenona; 2-clorobenzofenona; sulfuro de bencilo y fenilo; sulfuro de difenilo, sulfuro de dibencilo, líquidos iónicos y mezclas y combinaciones de los mismos.

El aditivo utilizado con las composiciones de la presente invención puede ser, alternativamente, un estabilizador líquido iónico. El estabilizador líquido iónico puede seleccionarse del grupo que consiste en sales orgánicas que son líquidas a temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), aquellas sales que contienen cationes seleccionados del grupo que consiste en piridinio, piridazinio, pirimidinio, pirazinio, imidazolio, pirazolio, tiazolio, oxazolio y triazolío y mezclas de los mismos; y aniones seleccionados del grupo que consiste en [BF₄]-, [PF₆]-, [SbF₆]-, [CF₃SO₃]-, [HCF₂CF₂SO₃]-, [CF₃HFCF₂SO₃]-, [HCCIFCF₂SO₃]-, [(CF₃SO₂)₂N]-, [(CF₃CF₂SO₂)₂N]-, [(CF₃SO₂)₃C]-, [CF₃CO₂]- y F- y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, los estabilizadores de líquidos iónicos se seleccionan del grupo que consiste en emim BF₄ (tetrafluoroborato de 1-etil-3-metilimidazolio); bmim BF₄ (tetrafluoroborato de 1-butil-3-metilimidazolio); emim PF₆ (hexafluorofosfato de 1-etil-3-metilimidazolio); y bmim PF₆ (hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazolio), todos los cuales están disponibles de Fluka (Sigma-Aldrich).

En algunas realizaciones, el estabilizador puede ser un fenol con impedimento estérico, que es cualquier compuesto de fenol sustituido, incluyendo fenoles que comprenden uno o más grupos sustituyentes alifáticos de cadena lineal o ramificada sustituidos o cíclicos, tales como monofenoles alquilados incluyendo 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol; 2,6-di-terc-butil-4-etilfenol; 2,4-dimetil-6-terc-butilfenol; tocoferol; y similares, hidroquinona e hidroquinonas alquiladas

incluyendo t-butil hidroquinona, otros derivados de hidroquinona; y similares, tiobifenil éteres hidroxilados, incluyendo 4,4'-tio-bis(2-metil-6-terc-butilfenol); 4,4'-tiobis(3-metil-6-terc-butilfenol); 2,2'-tiobis(4-metil-6-terc-butilfenol); y similares, alquiliden-bisfenoles incluyendo: 4,4'-metilfenilbis(2,6-di-terc-butilfenol); 4,4'-bis(2,6-di-terc-butilfenol); derivados de 2,2'- o 4,4'-bifenoldioles; 2,2'-metilfenilbis(4-etil-6-terc-butilfenol); 2,2'-metilfenilbis(4-metil-6-terc-butilfenol); 4,4-butilideno-bis(3-metil-6-terc-butilfenol); 4,4-isopropilideno-bis(2,6-di-terc-butilfenol); 2,2'-metilfenilbis(4-metil-6-nonilfenol); 2,2'-isobutilideno-bis(4,6-dimetilfenol); 2,2'-metilfenilbis(4-metil-6-ciclohexilfenol), 2,2'- o 4,4'-bifenoldioles, incluyendo 2,2'-metilfenilbis(4-etil-6-terc-butilfenol); hidroxitolueno butilado (BHT, o 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol), bisfenoles que comprenden heteroátomos incluyendo 2,6-di-terc-alfa-dimetilamino-p-cresol, 4,4'-tiobis(6-terc-butil-m-cresol) y similares; acilaminofenoles; 2,6-di-terc-butil-4(N,N'-dimetilaminometilfenol); sulfuros incluyendo: sulfuro de bis(3-metil-4-hidroxi-5-terc-butilbencilo); sulfuro de bis(3,5-di-terc-butil-4-hidroxibencilo) y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los fenoles descritos en este párrafo.

El componente no refrigerante que se utiliza con las composiciones de la presente invención puede ser alternativamente un trazador. El trazador puede ser dos o más compuestos trazadores de la misma clase de compuestos o de diferentes clases de compuestos. En algunas realizaciones, el trazador está presente en las composiciones a una concentración total de aproximadamente 50 partes por millón en peso (ppm) a aproximadamente 1000 ppm, basándose en el peso de la composición total. En otras realizaciones, el trazador está presente a una concentración total de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 500 ppm. Alternativamente, el trazador está presente a una concentración total de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 300 ppm.

El trazador se puede seleccionar del grupo que consiste en hidrofluorocarbonos (HFC), hidrofluorocarbonos deuterados, perfluorocarbonos, fluoroéteres, compuestos bromados, compuestos yodados, alcoholes, aldehídos y cetonas, óxido nitroso y combinaciones de los mismos. Alternativamente, el trazador puede seleccionarse del grupo que consiste en fluoroetano, 1,1-difluoroetano, 1,1,1-trifluoroetano, 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano, 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano, 1,1,1,3,3-pentafluoropropano, 1,1,1,3,3-pentafluorobutano, 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-decafluoropentano, 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoroheptano, yodotrifluorometano, hidrocarburos deuterados, hidrofluorocarbonos deuterados, perfluorocarbonos, fluoroéteres, compuestos bromados, compuestos yodados, alcoholes, aldehídos, cetonas, óxido nitroso (N₂O) y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, el trazador es una mezcla que contiene dos o más hidrofluorocarbonos, o un hidrofluorocarbono en combinado con uno o más perfluorocarbonos.

El trazador se puede añadir a las composiciones de la presente invención en cantidades predeterminadas para permitir la detección de cualquier dilución, contaminación u otra alteración de la composición.

El aditivo que se puede utilizar con las composiciones de la presente invención puede ser alternativamente un perfluoropoliéter como se describe en detalle en el Documento US 2007-0284555.

Se reconocerá que algunos de los aditivos mencionados anteriormente como adecuados para el componente no refrigerante se han identificado como posibles refrigerantes. Sin embargo, de acuerdo con esta invención, cuando se utilizan estos aditivos, no están presentes en una cantidad que afecte a las características novedosas y básicas de las mezclas de refrigerante de esta invención. Preferiblemente, las mezclas de refrigerante no inflamables y las composiciones de esta invención que las contienen, contienen no más de aproximadamente 0,5 por ciento en peso de los refrigerantes distintos de HFO-1234yf, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, y cuando están presentes HFO-1234ze.

En una realización, las composiciones descritas en la presente memoria se pueden preparar mediante cualquier método conveniente para combinar las cantidades deseadas de los componentes individuales. Un método preferido consiste en pesar las cantidades deseadas del componente y después combinar los componentes en un recipiente apropiado. Se puede utilizar agitación, si se desea.

Las composiciones de la presente invención tienen un potencial cero de agotamiento del ozono y un bajo potencial de calentamiento global (GWP). Adicionalmente, las composiciones de la presente invención tendrán potenciales de calentamiento global que sean menores que muchos refrigerantes de hidrofluorocarbono actualmente en uso. Un aspecto de la presente invención es proporcionar un refrigerante con un potencial de calentamiento global de menos de 1000, menos de 700, menos de 500, menos de 400, menos de 300, menos de 150, menos de 100 o menos de 50.

Aparatos, métodos y procedimientos de utilización

Las composiciones descritas en la presente memoria son útiles como composiciones de transferencia de calor o refrigerantes.

Los sistemas de refrigeración por compresión de vapor incluyen un evaporador, un compresor, un condensador y un dispositivo de expansión. Un ciclo de refrigeración reutiliza el refrigerante en múltiples etapas produciendo un efecto de enfriamiento en una etapa y un efecto de calentamiento en una etapa diferente. El ciclo se puede describir simplemente de la siguiente manera. El refrigerante líquido entra a un evaporador a través de un dispositivo de expansión, y el refrigerante líquido hierve en el evaporador, retirando el calor del ambiente, a baja temperatura para formar un gas y producir enfriamiento. A menudo, el aire o un fluido de transferencia de calor fluye sobre o alrededor del evaporador para transferir el efecto de enfriamiento causado por la evaporación del refrigerante en el evaporador

al cuerpo que se va a enfriar. El gas a baja presión entra en un compresor donde el gas se comprime para aumentar su presión y temperatura. El refrigerante gaseoso de presión más alta (comprimido) a continuación entra en el condensador en el que el refrigerante se condensa y descarga su calor al medio ambiente. El refrigerante vuelve al dispositivo de expansión a través del cual el líquido se expande desde el nivel de presión más alta en el condensador hasta el nivel de baja presión en el evaporador, repitiéndose de ese modo el ciclo.

En una realización, se describe en la presente memoria un procedimiento para producir enfriamiento que comprende condensar una mezcla de refrigerante como se describe en la presente memoria y a continuación evaporar dicha composición en las proximidades de un cuerpo que se va a enfriar.

Un cuerpo que se va a enfriar se puede definir como cualquier espacio, ubicación, objeto o cuerpo desde el cual se desea enfriar. Los ejemplos incluyen espacios (abiertos o cerrados) que requieren refrigeración o enfriamiento, tal como cajas de refrigeradores o congeladores en un supermercado.

Por proximidad se entiende que el evaporador del sistema que contiene la mezcla de refrigerante se encuentra dentro o adyacente al cuerpo que se va a enfriar, de modo que el aire que se mueve sobre el evaporador se movería dentro o alrededor del cuerpo que se vaya a enfriar.

Las mezclas de refrigerantes no inflamables útiles en el procedimiento para producir enfriamiento consisten esencialmente en (a) de 23 por ciento en peso a 25,5 por ciento en peso de HFO-1234yf, (b) de 22 por ciento en peso a 24,5 por ciento en peso de HFC-32; c) de 24,5 por ciento en peso a 27 por ciento en peso de HFC-125; (d) de 25,5 por ciento en peso a 28 por ciento en peso de HFC-134a; y (e) de aproximadamente 0,0001 por ciento en peso a 5 por ciento en peso de trans-HFO-1234ze.

En otra realización, las mezclas de refrigerantes no inflamables útiles en el procedimiento para producir enfriamiento son de tipo azeótropo.

En otra realización, las mezclas de refrigerantes no inflamables útiles en el procedimiento para producir enfriamiento contienen trans-HFO-1234ze de aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 0,1 por ciento en peso.

En otra realización, las mezclas de refrigerantes no inflamables útiles en el procedimiento para producir enfriamiento son de tipo azeótropo y trans-HFO-1234ze, cuando está presente, es de aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 0,1 por ciento en peso.

En algunas realizaciones, las mezclas de refrigerante como se describen en la presente memoria pueden ser útiles en particular en aplicaciones de refrigeración incluyendo refrigeración a temperatura media o baja. Los sistemas de refrigeración de temperatura media incluyen cajas refrigeradas para supermercados y tiendas multiservicio para bebidas, productos lácteos, transporte de alimentos frescos y otros artículos que requieren refrigeración. Los sistemas de refrigeración de baja temperatura incluyen cabinas y mostradores congeladores para supermercados y tiendas multiservicio, máquinas de hielo y transporte de alimentos congelados. Otras utilidades específicas pueden ser en refrigeradores y congeladores comerciales, industriales o residenciales, máquinas de hielo, refrigeradores y congeladores autónomos, estantes y sistemas de distribución de supermercados, refrigeradores y congeladores de cámaras frigoríficas y expositores, y sistemas combinados. Son de particular interés los sistemas de refrigeración a baja temperatura que contienen las composiciones de la presente invención.

Adicionalmente, en algunas realizaciones, las composiciones descritas pueden funcionar como refrigerantes primarios en sistemas de circuito secundario que proporcionan enfriamiento a ubicaciones remotas mediante la utilización de un fluido de transferencia de calor secundario, que puede comprender agua, un glicol, dióxido de carbono o un fluido de hidrocarburo fluorado. En este caso, el fluido de transferencia de calor secundario es el cuerpo que debe enfriarse, ya que está adyacente al evaporador y se enfría antes de moverse a un cuerpo remoto para ser enfriado.

Las composiciones descritas en la presente memoria pueden ser útiles como sustitutos de bajo GWP (potencial de calentamiento global) para refrigerantes utilizados actualmente, incluyendo R404A (designación ASHRAE para una combinación de 44 por ciento en peso de R125, 52 por ciento en peso de R143a (1,1,1-trifluoroetano), y 4,0 por ciento en peso de R134a) y R507 (designación ASHRAE para una combinación de 50 por ciento en peso de R125 y 50 por ciento en peso de R143a).

A menudo, los refrigerantes de reemplazo son más útiles si se pueden utilizar en el equipo de refrigeración original diseñado para un refrigerante diferente. Adicionalmente, las composiciones como se describen en la presente memoria pueden ser útiles como reemplazos para R404A o R507 en equipos diseñados para R404A o para R507 con algunas modificaciones del sistema. Adicionalmente, las composiciones como se describen en la presente memoria que comprenden HFO-1234yf, HFC-32, HFC-125, HFC-134a y opcionalmente HFO-1234ze pueden ser útiles para reemplazar R404A o R507 en equipos específicamente modificados o producidos completamente para estas nuevas composiciones que comprenden HFO-1234yf, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, y opcionalmente HFO-1234ze.

En muchas aplicaciones, algunas realizaciones de las composiciones descritas son útiles como refrigerantes y

proporcionan al menos un rendimiento de enfriamiento comparable (es decir, capacidad de enfriamiento y eficiencia energética) al del refrigerante para el que se busca un reemplazo.

5 En otra realización, se proporciona un método para reemplazar un refrigerante seleccionado del grupo que consiste en R-404A y R-507. El método comprende cargar un aparato de refrigeración con una mezcla refrigerante que comprende HFO-1234yf, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, y opcionalmente HFO-1234ze como se describe en la presente memoria. En una realización, el aparato de refrigeración es adecuado para su utilización con R-404A y/o R-507. En otra realización, el aparato de refrigeración incluye sistemas con temperaturas de evaporación en el intervalo de aproximadamente -40°C a aproximadamente 0°C. Son de destacar realizaciones en donde el aparato de refrigeración incluye sistemas con temperaturas de evaporación en el intervalo de aproximadamente -40°C a aproximadamente -20°C. También son de destacar realizaciones en donde el aparato de refrigeración incluye sistemas con temperaturas de evaporación en el intervalo de aproximadamente -20°C a aproximadamente 0°C.

10 Las mezclas de refrigerantes no inflamables útiles en el método para reemplazar un refrigerante consisten esencialmente en (a) de 23 por ciento en peso a 25,5 por ciento en peso de HFO-1234yf, (b) de 22 por ciento en peso a 24,5 por ciento en peso de HFC-32, (c) de 24,5 por ciento en peso a 27 por ciento en peso de HFC-125; (d) de 25,5 por ciento en peso a 28 por ciento en peso de HFC-134a; y (e) de aproximadamente 0,0001 por ciento en peso a 5 por ciento en peso de trans-HFO-1234ze.

En otra realización, las mezclas de refrigerantes no inflamables útiles en el método para reemplazar un refrigerante son de tipo azeótropo.

20 En otra realización, las mezclas de refrigerantes no inflamables útiles en el método para reemplazar un refrigerante contienen trans-HFO-1234ze de aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 0,1 por ciento en peso.

En otra realización, las mezclas de refrigerantes no inflamables útiles en el método para reemplazar un refrigerante de tipo azeótropo y trans-HFO-1234ze, cuando está presente, es de aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 0,1 por ciento en peso.

25 En otra realización, se proporciona un método para recargar un sistema de transferencia de calor que contiene un refrigerante que se va a reemplazar y un lubricante, comprendiendo dicho método retirar el refrigerante que se va a reemplazar del sistema de transferencia de calor mientras se retiene una porción sustancial del lubricante en dicho sistema e introducir una de las composiciones descritas en la presente memoria en el sistema de transferencia de calor.

30 En otra realización, se proporciona un sistema de intercambio de calor que comprende una composición descrita en la presente memoria, en donde dicho sistema se selecciona del grupo que consiste en congeladores, refrigeradores, cámaras frigoríficas, sistemas de congelación o refrigeración de súper mercado, refrigeradores móviles y sistemas que tienen combinaciones de los mismos.

35 En una realización, se proporciona un sistema de transferencia de calor que contiene una composición como se describe en la presente memoria. En otra realización se describe un aparato de refrigeración que contiene una composición como se describe en la presente memoria. En otra realización, se describe un aparato de refrigeración estacionario que contiene una composición como se describe en la presente memoria. En una realización particular, se describe un aparato de refrigeración a temperatura media que contiene la composición de la presente invención. En otra realización particular, se describe un aparato de refrigeración a baja temperatura que contiene la composición de la presente invención. El aparato incluye típicamente un evaporador, un compresor, un condensador y un dispositivo de expansión.

40 En otra realización más, se describe un aparato de refrigeración portátil que contiene una composición como se describe en la presente memoria.

45 Las mezclas de refrigerantes no inflamables útiles en sistemas de intercambio de calor, sistemas de transferencia de calor o aparatos de refrigeración consisten esencialmente en (a) de 23 por ciento en peso a 25,5 por ciento en peso de HFO-1234yf, (b) de 22 por ciento en peso a 24,5 por ciento en peso de HFC-32, (c) de 24,5 por ciento en peso a 27 por ciento en peso de HFC-125; (d) de 25,5 por ciento en peso a 28 por ciento en peso de HFC-134a; y (e) de aproximadamente 0,0001 por ciento en peso a 5 por ciento en peso de trans-HFO-1234ze.

En otra realización, las mezclas de refrigerante no inflamables útiles en los sistemas de intercambio de calor, sistemas de transferencia de calor o aparatos de refrigeración son de tipo azeótropo.

50 En otra realización, las mezclas de refrigerante no inflamables útiles en los sistemas de intercambio de calor, sistemas de transferencia de calor o aparatos de refrigeración contienen trans-HFO-1234ze de aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 0,1 por ciento en peso.

55 En otra realización, las mezclas de refrigerantes no inflamables útiles en los sistemas de intercambio de calor, sistemas de transferencia de calor o aparatos de refrigeración son de tipo azeótropo y trans-HFO-1234ze, cuando está presente, es de aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 0,1 por ciento en peso.

Ejemplos

Los conceptos descritos en la presente memoria se describirán adicionalmente en los siguientes ejemplos, que no limitan el alcance de la invención descrita en las reivindicaciones.

Ejemplo 1

5 Impacto de la fuga de vapor

Se carga un recipiente a 90% de su capacidad con una composición inicial a la temperatura indicada, y se mide la presión de vapor inicial de la composición. Se permite la fuga de la composición del recipiente, mientras la temperatura se mantiene constante, hasta que se elimina 50 por ciento en peso de la composición inicial, en cuyo momento se mide la presión de vapor de la composición que queda en el recipiente. Los cambios de presión de vapor se enumeran en la Tabla 1.

10

Tabla 1

Composición % en peso	P inicial (Atm) [Psia]	P inicial (kPa)	Después de 50% de fuga (Atm) [Psia]	Después de 50% de fuga (kPa)	Delta P (%)
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (a 25°C) (Referencia)					
25/24/25/26	12,41 [182,4]	1258	11,26 [165,6]	1142	9,2%
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a/trans-HFO-1234ze (a 25°C)					
24,9999/24/25/26/0,0001	12,41 [182,4]	1258	11,26 [165,6]	1142	9,2%
24,999/24/25/26/0,001	12,41 [182,4]	1258	11,26 [165,6]	1142	9,2%
24,99/24/25/26/0,01	12,41 [182,4]	1258	11,26 [165,6]	1141	9,3%
Composición % en peso	P inicial (Atm) [Psia]	P inicial (kPa)	Después de 50% de fuga (Atm) [Psia]	Después de 50% de fuga (kPa)	Delta P (%)
24,9/24/25/26/0.1	12,39 [182,2]	1256	11,24 [165,2]	1139	9,3%
24/24/25/26/1	12,32 [181,1]	1249	11,12 [163,5]	1127	9,7%
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (a 25°C) (Comparativo)					
45/10/10/35	9,60 [141,1]	973	8,54 [125,5]	865	11,1%
50/10/20/20	10,26 [152,9]	1040	9,11 [134,0]	924	11,2%
40/15/10/35	10,42 [153,2]	1056	9,18 [134,9]	930	11,9%
30/15/20/35	10,84 [159,4]	1099	9,67 [142,2]	980	10,8%

Se encuentra que las composiciones tal como se definen por la presente invención son de tipo azeótropo con un cambio de menos del 10% en la presión de vapor después de que se haya filtrado el 50% de la composición.

Ejemplo de referencia 2

15 Inflamabilidad

Las mezclas inflamables se pueden identificar al ser sometidas a ensayo según ASTM (American Society of Testing and Materials) E681-04, con una fuente de ignición electrónica. Tales ensayos de inflamabilidad se llevaron a cabo en mezclas de refrigerantes a una humedad relativa de 50 por ciento.

20

Para determinar un límite de inflamabilidad, se determinó la inflamabilidad de dos mezclas de refrigerante tanto en las fases líquida y como vapor a -36°C (10 grados por encima del punto de burbujeo, como se designa en ASHRAE patrón 34) para un recipiente que se llena de líquido al 90%. Las composiciones contenían HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a a las concentraciones dadas en la Tabla 2.

Tabla 2

Fase líquida (% en peso)		Fase de vapor (% en peso)	
25,5/24,5/24,5/25,5	No inflamable	18/40/30/12	No inflamable
25,5/25,5/23,5/25,5	No inflamable	18/41/29/12	Inflamable

Claramente, las composiciones con más de aproximadamente 24,5 por ciento en peso de HFC-32 y menos de aproximadamente 24,5 por ciento en peso de HFC-125 se clasificarían como refrigerantes inflamables.

Ejemplo 3

5 Rendimiento de refrigeración

La Tabla 3 muestra el rendimiento de una composición ilustrativa (32/125/134a/1234yf/t-1234ze = 24/25/26/24,9/0,1) y algunas composiciones de referencia en comparación con R-404A. En la Tabla 3, Temp Evap es la temperatura del evaporador, Press Evap es la presión del evaporador, Pres Cond es la presión del condensador, Temp Salida Compr es la temperatura de salida del compresor (también llamado a veces temperatura de descarga del compresor), COP es el coeficiente de rendimiento (análogo a la eficiencia energética) y CAP es la capacidad de enfriamiento volumétrica. Los datos se basan en las siguientes condiciones.

10

Temperatura del condensador 40°C

Cantidad de Subenfriamiento 10 K

La eficiencia del compresor es 75%

Tabla 3

	% en peso	Temp Evap (°C)	Temperatura del gas de retorno (°C)	Presión evap (kPa)	Presión Cond (kPa)	Temp Salida Compr (°C)	COP	Capacidad (kJ/m ³)	COP Rel a R404A	Cap Rel a R404A
R-404A	100	-40	-20	134	1833	88	1,48	751	100%	100%
32/125/134a/1234yf	24/25/26/25	-40	-20	111	1736	110	1,53	707	104%	94%
32/125/134a/1234yft-1234ze	24/25/26/24,9/0,1	-40	-20	111	1736	110	1,53	706	104%	94%
32/125/134a/1234yft-1234ze	24/25/26/20/5	-40	-20	107	1718	111	1,53	695	104%	92%
R-404A	100	-25	-5	251	1833	80	2,11	1478	100%	100%
32/125/134a/1234yf	24/25/26/25	-25	-5	215	1736	96	2,17	1416	103%	96%
32/125/134a/1234yft-1234ze	24/25/26/24,9/0,1	-25	-5	215	1736	96	2,17	1415	103%	96%
32/125/134a/1234yft-1234ze	24/25/26/20/5	-25	-5	211	1718	97	2,17	1397	103%	95%
R-404A	100	-15	5	365	1833	76	2,74	2221	100%	100%
32/125/134a/1234yf	24/25/26/25	-15	5	320	1736	89	2,80	2145	102%	97%
32/125/134a/1234yft-1234ze	24/25/26/24,9/0,1	-15	5	320	1736	89	2,80	2145	102%	97%
32/125/134a/1234yft-1234ze	24/25/26/20/5	-15	5	314	1718	89	2,80	2121	102%	95%
R-404A	100	-5	15	516	1833	72	3,66	3244	100%	100%
32/125/134a/1234yf	24/25/26/25	-5	15	460	1736	83	3,72	3152	101%	97%
32/125/134a/1234yft-1234ze	24/25/26/24,9/0,1	-5	15	460	1736	83	3,72	3151	101%	97%

	% en peso	Temp Evap (°C)	Temperatura del gas de retorno (°C)	Presión evap (kPa)	Presión Cond (kPa)	Temp Salida Compr (°C)	COP	Capacidad (kJ/m ³)	COP Rel a R404A	Cap Rel a R404A
32/125/134a/ 1234yft-1234ze	24/25/26/20/5	-5	15	453	1718	83	3,72	3119	101%	96%

Los resultados muestran que las composiciones de la presente invención muestran una capacidad de enfriamiento que es comparable a la del R-404A que también demuestra que estas composiciones pueden ser adecuadas para actualizar un sistema R-404A existente o ser útiles en nuevos sistemas de refrigeración. Las composiciones también muestran una mayor eficiencia energética que R-404A.

5 Ejemplo 4

Rendimiento de refrigeración

10 La Tabla 4 muestra el rendimiento de algunas composiciones ilustrativas (32/125/134a/1234yf/t-1234ze = 24/25/26/24,9/0,1, 24/25/26/24/1 y 22/26/28/23/1) y algunas composiciones de referencia en comparación con R404A y los Ejemplos comparativos (A) y (B). En la Tabla 4, Press Evap es la presión del evaporador, Pres Cond es la presión del condensador, Temp Salida Compr es la temperatura de salida del compresor (también llamada a veces temperatura de descarga del compresor), COP es el coeficiente de rendimiento (análogo a la eficiencia energética) y CAP es la capacidad de enfriamiento volumétrico. Los datos se basan en las siguientes condiciones.

Temperatura del evaporador	-10°C
Temperatura del gas de retorno	10°C
Temperatura del condensador	40°C
Cantidad de Subenfriamiento	10 K
La eficiencia del compresor es	75%

Tabla 4.

	% en peso	Presión evap (kPa)	Presión Cond (kPa)	Temp Salida Compr (°C)	COP	Capacidad (kJ/m ³)	COP Rel a R404A	Cap Rel a R404A
R-404A	100	436	1833	74	3,16	2694	100%	100%
32/125/134a/1234yf	24/25/26/25	387	1741	85	3,22	2628	102%	98%
32/125/134a/1234yf/ft- 1234ze	24/25/26/24,9/0,1	387	1740	85	3,22	2627	102%	98%
32/125/134a/1234yf/ft- 1234ze	24/25/26/20/5	378	1713	86	3,23	2587	102%	96%
32/125/134a/1234yf/ft- 1234ze	24/25/26/24/1	385	1735	85	3,22	2620	102%	97%
32/125/134a/1234yf/ft- 1234ze	25/26/20/24/5	391	1755	86	3,22	2648	102%	98%
32/125/134a/1234yf/ft- 1234ze	20/30/25,5/20,5/4	371	1685	83	3,23	2533	102%	94%
32/125/134a/1234yf/ft- 1234ze	22/26/28/23/1	376	1702	84	3,23	2566	102%	95%
Comparativo								
32/125/134a/1234yf/ft- 1234ze (A)	30/30/16,8/7,2/16	398	1803	90	3,21	2729	102%	101%
32/125/134a/1234yf/ft- 1234ze (B)	12,5/12,5/31,5/13,5/30	270	1307	81	3,31	1974	105%	73%

5 Los resultados muestran que las composiciones de la presente invención proporcionan una eficiencia energética mejorada con respecto a R-404A. Adicionalmente, las composiciones de la presente invención proporcionan capacidad de enfriamiento dentro de solo un pequeño porcentaje de la de R-404A. Obsérvese que el ejemplo comparativo (B) es muy inferior a la capacidad de enfriamiento de las otras composiciones. Obsérvese también que el ejemplo comparativo (A), aunque proporciona un rendimiento de enfriamiento similar, muestra una temperatura de salida del compresor más alta. Se espera que las temperaturas más altas del compresor reduzcan la vida útil del compresor, aumentando así el coste de operación de un sistema.

REIVINDICACIONES

1. Una mezcla de refrigerante no inflamable que consiste esencialmente en:
 - a. de 23 por ciento en peso a 25,5 por ciento en peso de HFO-1234yf;
 - b. de 22 por ciento en peso a 24,5 por ciento en peso de HFC-32;
 - 5 c. de 24,5 por ciento en peso a 27 por ciento en peso de HFC-125;
 - d. de 25,5 por ciento en peso a 28 por ciento en peso de HFC-134a; y
 - e. de aproximadamente 0,0001 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso de trans-HFO-1234ze.
2. Una composición que consiste en:
 - (i) un componente refrigerante no inflamable; y opcionalmente
 - 10 (ii) un componente no refrigerante;en donde el componente refrigerante es una mezcla de refrigerante no inflamable de la reivindicación 1.
3. La composición de la reivindicación 2, en donde el componente no refrigerante está presente y se selecciona del grupo que consiste en lubricantes, colorantes (incluyendo colorantes UV), agentes solubilizantes, compatibilizadores, estabilizadores, trazadores, perfluoropoliéteres, agentes antidesgaste, agentes de presión extrema, inhibidores de corrosión y oxidación, reductores de energía de superficie metálica, desactivadores de superficies metálicas, captadores de radicales libres, agentes de control de espuma, mejoradores del índice de viscosidad, depresores de punto de fluidez, detergentes, ajustadores de viscosidad y mezclas de los mismos.
- 15
4. Una composición de la reivindicación 3, en donde el componente no refrigerante es un lubricante seleccionado del grupo que consiste en aceite mineral, compuestos aromáticos sustituidos con alquilo, alquibencenos, parafinas sintéticas y naftenos, poli (alfa olefinas), poliglicoles, polialquilenglicoles, ésteres de ácido dibásico, poliésteres, ésteres de polioles, ésteres de neopentilo, polivinil éteres, perfluoropoliéteres, siliconas, ésteres silicato, compuestos fluorados, ésteres fosfato, policarbonatos y mezclas de los mismos.
- 20
5. Un procedimiento para producir enfriamiento que comprende condensar una mezcla de refrigerante de la Reivindicación 1 y, a continuación, evaporar dicha composición en las proximidades de un cuerpo que se va a enfriar.
- 25
6. Un método para reemplazar un refrigerante seleccionado del grupo que consiste en R-404A y R-507 que comprende cargar un aparato de refrigeración con una mezcla de refrigerante de la Reivindicación 1 o una composición de la Reivindicación 2.
7. Un aparato de refrigeración que contiene una mezcla de refrigerante de la Reivindicación 1 o una composición de la Reivindicación 2.
- 30