

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 595 387**

51 Int. Cl.:

C09K 5/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2011 PCT/US2011/064974**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2012 WO12082939**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2011 E 11807811 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016 EP 2652064**

64 Título: **Uso para calentamiento de combinaciones de E-1,3,3,3-tetrafluoropropeno y CHF₂CHF₂**

30 Prioridad:

14.12.2010 US 422935 P

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

29.12.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KONTOMARIS, KONSTANTINOS

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 595 387 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

Uso para calentamiento de combinaciones de E-1,3,3,3-tetrafluoropropeno y CHF₂CHF₂

Campo de la invención

5 La presente descripción se refiere a métodos para la producción de calentamiento en donde la composición del fluido de trabajo comprende E-1,3,3,3-tetrafluoropropeno y tetrafluoroetanos. En particular, los métodos son para la producción de calentamiento en bombas de calor de desplazamiento positivo y centrífugas que usan refrigerantes que contienen E-1,3,3,3-tetrafluoropropeno y al menos un tetrafluoroetano.

Antecedentes de la invención

10 Los métodos convencionales de producción de calor, incluyendo quemar combustibles fósiles y generación de calor por resistencia eléctrica, tienen desventajas de costes de operación crecientes y bajo rendimiento energético. Las bombas de calor proporcionan una mejora frente a estos métodos.

15 Las bombas de calor extraen calor a baja temperatura de alguna fuente disponible por evaporación de un fluido de trabajo en un evaporador, comprimen el vapor de fluido de trabajo a mayores presiones y temperaturas y suministran calor a alta temperatura por condensación del vapor de fluido de trabajo en un condensador. Las bombas de calor residencial usan fluidos de trabajo tales como R410A para proporcionar aire acondicionado y calefacción a las casas. Las bombas de calor de alta temperatura que usan compresores de desplazamiento positivo o centrífugos usan diferentes fluidos de trabajo, tales como HFC-134a, HFC-245fa y CFC-114, entre otros. La elección del fluido de trabajo para una bomba de calor de alta temperatura está limitada por la temperatura más alta de funcionamiento del condensador necesaria para la aplicación prevista y la presión resultante del condensador. El fluido de trabajo debe ser químicamente estable a la temperatura más alta del sistema y debe generar una presión de vapor a la temperatura máxima del condensador que no supere la presión de trabajo máxima admisible de los componentes del equipo disponible (p. ej., compresores o intercambiadores de calor). El fluido de trabajo debe tener también una temperatura crítica mayor que la temperatura de condensación establecida máxima.

20 El documento US 2008/0230738 describe diferentes composiciones para usar en sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor, en donde las composiciones incluyen al menos una fluoroolefina, y en particular una mezcla de diferentes fluoroolefinas.

25 El documento US 2004/0256594 describe el uso de tetrafluoropropenos, en particular HFO-1234, en una variedad de aplicaciones. Los tetrafluoropropenos se pueden mezclar con otros componentes, incluyendo HFC-134.

30 Los costes energéticos crecientes, el calentamiento global y otros impactos medioambientales, en combinación con el rendimiento energético relativamente bajo de los sistemas de calentamiento que funcionan por combustión de combustibles fósiles y calentamiento de resistencias eléctricas, hace a las bombas de calor una tecnología alternativa atractiva. HFC-134a, HFC-245fa y CFC-114 tienen un potencial calentamiento global alto y el CFC-114 también tiene impacto en la destrucción de la capa de ozono. Son necesarios fluidos de trabajo con bajo potencial de calentamiento global, bajo potencial de destrucción de la capa de ozono, para usar en bombas de calor de alta temperatura. Serían particularmente ventajosos fluidos que permitan el funcionamiento del equipo de bomba de calor existente diseñado para HFC-134a a temperaturas del condensador más altas mientras que todavía consiguen una capacidad de calentamiento adecuada.

Resumen de la invención

35 La invención incluye un método para producir calentamiento. El método comprende condensar un fluido de trabajo vapor que comprende (a) E-CF₃CH=CHF y (b) CHF₂CHF₂; en un condensador, de modo que se produce un fluido de trabajo líquido; con la condición de que la relación en peso de E-CF₃CH=CHF a la cantidad total de E-CF₃CH=CHF y CHF₂CHF₂ en el fluido de trabajo es de 0,05 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,82 o de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,80), en donde el calentamiento se produce en una bomba de calor de alta temperatura que comprende dicho condensador, en donde la temperatura máxima de funcionamiento del condensador de la bomba de calor de alta temperatura es mayor que 55°C, que comprende además (i) pasar un medio de transferencia de calor a través de condensador, de modo que dicha condensación del fluido de trabajo calienta el medio de transferencia de calor, y pasar el medio de transferencia de calor calentado desde el condensador a un cuerpo que se va a calentar, o (ii) pasar un fluido que se va a calentar a través de dicho calentador, calentando así el fluido, en donde el fluido es aire, agua o una parte de un procedimiento industrial.

40 La invención también incluye un aparato de bomba de calor. El aparato de bomba de calor contiene un fluido de trabajo que comprende (a) E-CF₃CH=CHF y (b) CHF₂CHF₂; con la condición de que la relación en peso de E-CF₃CH=CHF a la cantidad total de E-CF₃CH=CHF y CHF₂CHF₂ es de 0,01 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,82 o de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,80), en donde el aparato de bomba de calor es un aparato de bomba de calor de alta temperatura que puede producir temperaturas máximas de funcionamiento del condensador mayores que 55°C.

La invención también incluye un método para elevar la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible en un aparato de bomba de calor adecuado para usar con el fluido de trabajo HFC-134a, con respecto a la temperatura de funcionamiento máxima del condensador factible cuando se usa HFC-134a como el fluido de trabajo de la bomba de calor, a la vez que también se reduce el PCG del fluido de trabajo con respecto al HFC-134a. Este método comprende cargar la bomba de calor como se define en la reivindicación 1 con un fluido de trabajo que comprende (a) $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y (b) CHF_2CHF_2 ; con la condición de que la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de 0,05 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,82 o de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,80).

La invención también incluye un método para sustituir el refrigerante HFC-134a en una bomba de calor diseñada para HFC-134a, por fluidos de trabajo que tengan menor PCG. Este método comprende proporcionar un fluido de trabajo sustituto que comprende (a) $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y (b) CHF_2CHF_2 ; con la condición de que la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de 0,05 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,82 o de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,80), en donde dicha bomba de calor comprende un compresor centrífugo, en donde la temperatura máxima de funcionamiento del condensador de la bomba de calor de alta temperatura es mayor que 55°C .

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato de bomba de calor de evaporador inundado que usa una composición que contiene $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y (b) al menos un tetrafluoroetano de fórmula $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$.

La figura 2 es un diagrama esquemático de una realización de un aparato de bomba de calor de expansión directa que usa una composición que contiene $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$, y (b) al menos un tetrafluoroetano de fórmula $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$.

Descripción detallada

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

El potencial de calentamiento global (PCG) es un índice para calcular la contribución relativa al calentamiento global debido a la emisión a la atmósfera de un kilogramo de un gas de efecto invernadero particular (tal como un refrigerante o fluido de trabajo) comparado con la emisión de un kilogramo de dióxido de carbono. El PCG se puede calcular para diferentes horizontes de tiempo que muestran el efecto de la semivida atmosférica para un gas dado. El PCG para el horizonte de tiempo de 100 años normalmente es un valor de referencia. Cualesquiera valores de PCG descritos en la presente memoria se basan en el horizonte de tiempo de 100 años.

El potencial de destrucción de la capa de ozono (PDO) se define en "The Scientific Assessment of Ozone Depletion, 2002, A report of the World Meteorological Association's Global Ozone Research and Monitoring Project," sección 1.4.4, páginas 1.28 a 1.31 (véase el primer párrafo de esta sección). El PDO representa la extensión de destrucción de ozono en la estratosfera que se espera de un compuesto (tal como un refrigerante o fluido de trabajo) en una base en masa con respecto al fluorotriclorometano (CFC-11).

La capacidad de enfriamiento (a veces denominada capacidad de refrigeración) es el cambio de entalpía de un fluido de trabajo en un evaporador por unidad de masa de fluido de trabajo que circula a través del evaporador. La capacidad de enfriamiento volumétrica es un término para definir la eliminación de calor por el fluido de trabajo en el evaporador por unidad de volumen de vapor de fluido de trabajo que sale del evaporador y entra en el compresor. La capacidad de enfriamiento es una medida de la capacidad de un fluido de trabajo para producir enfriamiento. Por lo tanto, cuanto mayor es la capacidad de enfriamiento volumétrica del fluido de trabajo, mayor es la velocidad de enfriamiento que se puede producir en el evaporador con el caudal volumétrico máximo que se puede lograr con un compresor dado.

Igualmente, la capacidad de calentamiento volumétrica es una expresión que define la cantidad de calor suministrada por el fluido de trabajo en el condensador por unidad de volumen de vapor de fluido de trabajo que entra en el compresor. Cuanto mayor es la capacidad de calentamiento volumétrica del fluido de trabajo, mayor es la velocidad de calentamiento que se produce en el condensador con el caudal volumétrico máximo que se puede lograr con un compresor dado.

El coeficiente de rendimiento (CDR) para el enfriamiento es la cantidad de calor eliminada en el evaporador de un ciclo dividida entre la entrada de energía requerida para operar el ciclo (p. ej., para operar el compresor), cuanto mayor es el CDR, mayor es el rendimiento energético del ciclo. El CDR está directamente relacionado con la relación de rendimiento energético (RRE), es decir, la clasificación de eficiencia para el equipo de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor a un conjunto específico de temperaturas internas y externas. Igualmente, el coeficiente de rendimiento para el calentamiento es la cantidad de calor suministrada al condensador de un ciclo dividido entre la entrada de energía requerida para operar el ciclo (p. ej., operar el compresor).

El deslizamiento de temperatura (a veces denominado simplemente "deslizamiento") es el valor absoluto de la diferencia entre las temperaturas de inicio y final de un proceso de cambio de fase por un fluido de trabajo dentro de un componente del equipo del sistema de ciclo de enfriamiento o calentamiento, exclusivo de cualquier

subenfriamiento o sobrecalentamiento. Este término se puede usar para describir la condensación o evaporación de una composición cercana al azeótropo o no azeotrópica. 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 medio que es el promedio del deslizamiento de temperatura en el evaporador y el deslizamiento de temperatura en el condensador.

El subenfriamiento es la reducción de la temperatura de un líquido por debajo de la temperatura de saturación de ese líquido para una presión dada. Mediante el enfriamiento del fluido de trabajo líquido que sale del condensador por debajo de su punto de saturación, se puede aumentar la capacidad del fluido de trabajo para absorber calor durante la etapa de evaporación. Por lo tanto, el subenfriamiento mejora tanto la capacidad de enfriamiento y de calentamiento como el rendimiento energético de un sistema de enfriamiento o calentamiento basado en el ciclo de compresión de vapor convencional.

El sobrecalentamiento es el aumento de temperatura del vapor que sale del evaporador por encima de la temperatura de saturación de vapor a la presión del evaporador. Mediante el calentamiento de un vapor por encima del punto de saturación, se minimiza la probabilidad de condensación por compresión. El sobrecalentamiento también puede contribuir a la capacidad de enfriamiento y calentamiento del ciclo.

Como se usa en la presente memoria, un fluido de trabajo es una composición que comprende un compuesto o mezcla de compuestos que funcionan principalmente para transferir calor de un sitio a una temperatura más baja (p. ej., un evaporador) a otro sitio a una temperatura más alta (p. ej., un condensador) en un ciclo en donde el fluido de trabajo experimenta un cambio de fase de un líquido a un vapor, es comprimido y vuelve a líquido por el enfriamiento del vapor comprimido en un ciclo que se repite. El enfriamiento de un vapor comprimido por encima de su punto crítico puede devolver el fluido de trabajo a un estado líquido sin condensación. El ciclo que se repite puede tener lugar en sistemas tales como bombas de calor, sistemas de refrigeración, frigoríficos, congeladores, sistemas de aire acondicionado, aires acondicionados, enfriadores, y similares. Los fluidos de trabajo pueden ser una parte de formulaciones usadas dentro de los sistemas. Las formulaciones pueden contener también otros componentes químicos (p. ej., aditivos) tales como los descritos a continuación.

La inflamabilidad es un término usado para indicar la capacidad de una composición para prender y/o propagar una llama. Para los fluidos de trabajo, el límite inferior de inflamabilidad ("LII") es la concentración mínima del fluido de trabajo en el aire que es capaz de propagar una llama a través de una mezcla homogénea de fluido de trabajo y aire en condiciones de ensayo especificadas en la ASTM (American Society of Testing and Materials) E681-2001. El límite superior de inflamabilidad ("LSI") es la concentración máxima del fluido de trabajo en el aire que es capaz de propagar una llama a través de una mezcla homogénea de la composición y aire, determinada por el ensayo ASTM E-681. Al aumentar el contenido del componente no inflamable en una mezcla que comprende un componente inflamable y uno no inflamable, el LII y el LSI se acercan entre sí. Cuando el contenido del componente no inflamable en la mezcla alcanza un valor crítico, el LII y el LSI de la mezcla se hacen iguales. Las composiciones que contienen más del componente no inflamable que este valor crítico, no son inflamables. Para un fluido de trabajo de un solo componente o una mezcla azeotrópica de fluido de trabajo, la composición no cambiará durante una pérdida y por lo tanto el cambio de composición durante las pérdidas no será un factor determinante de la inflamabilidad. Para muchas aplicaciones de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor, se desea (si no es necesario) que el refrigerante o fluido de trabajo no sea inflamable.

Una composición azeotrópica es una mezcla de dos o más componentes diferentes, que cuando están en forma líquida a una presión dada, hervirán a una temperatura sustancialmente constante, cuya temperatura puede ser mayor o menor que las temperaturas de ebullición de los componentes individuales, y que proporcionará una composición del vapor esencialmente idéntica a la composición de líquido total que experimenta ebullición (véase, p. ej., M. F. Doherty y M. F. Malone, *Conceptual Design of Distillation Systems*, McGraw-Hill (New York), 2001, 185-186, 351-359).

Por consiguiente, las características esenciales de una composición azeotrópica son que a una presión dada, el punto de ebullición de la composición líquida es fijo y que la composición del vapor encima de la composición en ebullición es esencialmente la de la composición del líquido en ebullición total (es decir, no se produce fraccionamiento de los componentes de la composición líquida). Se admite que tanto el punto de ebullición como los porcentajes en peso de cada componente de la composición azeotrópica pueden cambiar cuando la composición azeotrópica se somete a ebullición a diferentes presiones. Por lo tanto, una composición azeotrópica se puede definir en términos de la relación única que existe entre los componentes o en términos de los intervalos de composición de los componentes o en términos de porcentajes en peso exactos de cada componente de la composición caracterizado por un punto de ebullición fijo a una presión especificada.

Como se usa en la presente memoria, una composición de tipo azeótropo (también denominada casi azeotrópica) significa una composición que se comporta esencialmente como una composición azeotrópica (es decir, tiene características de ebullición constante o no tiene tendencia al fraccionamiento tras ebullición o evaporación). Por lo tanto, durante la ebullición o evaporación, las composiciones del vapor y líquido, si es que cambian algo, cambian solo en una extensión mínima o despreciable. Esto debe contrastarse con composiciones de tipo no azeótropo en las que durante la ebullición o evaporación, las composiciones del vapor y líquido cambian en un grado sustancial.

Además, las composiciones de tipo azeótropo presentan prácticamente la misma presión de punto de rocío y presión de punto de burbujeo. Es decir, que la diferencia en la presión del punto de rocío y la presión del punto de burbujeo a una temperatura dada será un valor pequeño, tal como una diferencia de 3% o 5%.

5 Una composición no azeotrópica o una composición que no es de tipo azeótropo es una mezcla de dos o más sustancias que se comportan como una mezcla en lugar de como 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 del líquido del que se ha evaporado o destilado, es decir, la mezcla destila/refluje con 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 no es azeotrópica si la diferencia en la presión de punto de rocío y presión de punto de burbujeo es mayor que o igual a 5 por ciento (basado en la presión de punto de burbujeo).

15 Como se usa en la presente memoria, los términos "comprende", "que comprende", "incluye", "que incluye", "tiene", "que tiene" o cualquier otra variación de los mismos, se pretende que cubra una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un procedimiento, método, artículo o aparato que comprende una lista de elementos no está necesariamente limitado a solo esos elementos sino que puede incluir otros elementos no citados expresamente o inherentes a dicho procedimiento, método, artículo o aparato. Además, salvo que se exponga 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 por cualquiera de los siguientes: 20 A es verdad (o está presente) y B es falso (o no está presente), A es falso (o no está presente) y B es verdad (o está presente), y tanto A como B son verdad (o están presentes).

La expresión puente "que consiste en" excluye cualquier elemento, etapa o ingrediente no especificado. Si está en la reivindicación, cerraría la reivindicación a la inclusión de materiales distintos de los citados excepto impurezas asociadas habitualmente con los mismos. Cuando la frase "consiste en" aparece en una cláusula del cuerpo de una reivindicación, en lugar de seguir inmediatamente al preámbulo, solo limita el elemento expuesto en esa cláusula; no están excluidos otros elementos de la reivindicación en conjunto. 25

La expresión puente "que consiste esencialmente en" se usa para definir una composición, método o aparato que incluye materiales, etapas, características, componentes o elementos, además de los descritos literalmente, con la condición de que estos materiales, etapas, características, componentes o elementos adicionales incluidos no afecten materialmente a la o las características básicas y nuevas de la invención reivindicada. La expresión "que consiste esencialmente en" ocupa un terreno neutro entre "que comprende" y "que consiste en". 30

Donde los autores de la invención han definido una invención o una parte de la misma con un término no limitado tal como "que comprende", debe entenderse fácilmente que (salvo que se exponga otra cosa) la descripción debe interpretarse como que también describe dicha invención usando las expresiones "que consiste esencialmente en" o "que consiste en".

35 También, el uso de "un" o "una" se usan para describir elementos y componentes descritos en la presente memoria. Esto se hace simplemente por conveniencia y para dar un sentido general al alcance de la invención. Esta descripción debe leerse que incluye uno o al menos uno y el singular también incluye el plural, salvo que sea obvio que significa otra cosa.

40 Salvo que se defina de otra forma, todos los términos técnicos y científicos usados en la presente memoria tienen el mismo significado que entiende normalmente el experto en la técnica a la que pertenece esta invención. Aunque se pueden usar métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la presente memoria en la práctica o ensayo de realizaciones de la presente invención, se describen a continuación métodos y materiales adecuados. Todas las publicaciones, solicitudes de patente, patentes y otras referencias mencionadas en la presente memoria se incorporan por referencia en su totalidad, salvo que se cite un tramo particular. En caso de conflicto, controlará la presente memoria descriptiva, incluyendo las definiciones. Además, los materiales, métodos y ejemplos son solo ilustrativos y no se pretende que sean limitantes. 45

Composiciones

Las composiciones descritas para usar en el presente método incluyen fluidos de trabajo que comprenden (a) $E-CF_3CH=CHF$ ($E-HFO-1234ze$ o $trans-HFO-1234ze$) y (b) CHF_2CHF_2 ($HFC-134$).

50 $E-CF_3CH=CHF$ está disponible en el comercio en determinados fabricantes de fluorocarbonos (p. ej., Honeywell International Inc., Morristown, NJ) o se puede hacer por métodos conocidos en la técnica. En particular, el $E-CF_3CH=CHF$ se puede preparar por deshidrofluoración de 1,1,1,2,3-pentafluoropropano ($HFC-245eb$, CF_3CHFCH_2F) o 1,1,1,3,3-pentafluoropropano ($HFC-245fa$, $CF_3CH_2CHF_2$). La reacción de deshidrofluoración puede tener lugar en fase de vapor en presencia o ausencia de catalizador, y también en la fase líquida por reacción con productos cáusticos, tales como NaOH o KOH. Estas reacciones se describen con más detalle en la publicación de patente de EE.UU. n° 2006/0106263, incorporada en la presente memoria por referencia. 55

Los compuestos de fórmula $C_2H_2F_4$, en particular $HFC-134$, pueden estar disponibles en el comercio o se pueden

preparar por métodos conocidos en la técnica, por ejemplo, por el método descrito en la patente de Reino Unido n° 1578933 (incorporada en la presente memoria por referencia) por hidrogenación de tetrafluoroetileno. La última reacción se puede realizar de forma conveniente a temperaturas normales o elevadas, por ejemplo de hasta 250°C, en presencia de un catalizador de hidrogenación, por ejemplo, paladio sobre alúmina. Adicionalmente, el HFC-134 se puede hacer por hidrogenación de 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (es decir, $\text{CClF}_2\text{CClF}_2$ o CFC-114) un 1,1,2,2-tetrafluoroetano como describen J. L. Bitner et al. en *U.S. Dep. Comm. Off. Tech. Serv/Rep.* 136732, (1958), pág. 25-27, incorporado en la presente memoria por referencia.

De acuerdo con la invención, el componente (B) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,82). Las composiciones que comprenden $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 se considera que tienen un deslizamiento moderado, o menor de 0,1°C de deslizamiento de temperatura, cuando la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,82). Se considera que estas composiciones tienen un deslizamiento de temperatura bajo, o menor de 0,05°C de deslizamiento de temperatura cuando la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,53 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,53). Son de importancia las composiciones en las que la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 de aproximadamente 0,20 a 0,40, las cuales se considera que tienen un deslizamiento de temperatura despreciable, o menos de 0,01°C de deslizamiento de temperatura.

En una realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,69 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,69). Se considera que las composiciones que comprenden $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 no son inflamables cuando la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,01 a 0,69. Se considera que las composiciones que comprenden $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 no son inflamables cuando la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,01 a 0,699 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,699).

En una realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,56. Se considera que las composiciones que comprenden $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 proporcionan capacidad y CDR dentro del 4% del rendimiento máximo alcanzable cuando la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,56 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,44). Se considera que las composiciones que comprenden $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 proporcionan capacidad y CDR dentro del 3% del rendimiento máximo alcanzable cuando la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,01 a 0,48 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,40). Se considera que las composiciones que comprenden $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 proporcionan capacidad y CDR dentro del 2% del rendimiento máximo alcanzable cuando la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,39 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,39). Se considera que las composiciones que comprenden $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 proporcionan capacidad y CDR dentro del 1% del rendimiento máximo alcanzable cuando la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,20 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,39).

En una realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,09 a 0,99. Se considera que las composiciones que comprenden $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 tienen un PCG menor de 1000 cuando la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,09 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,10 a aproximadamente 0,82). Se considera que las composiciones que comprenden $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 tienen un PCG menor de 300 cuando la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,73 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,73 a aproximadamente 0,82). Se considera que las composiciones que comprenden $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 tienen un PCG menor de 150 cuando la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,87 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,73 a aproximadamente 0,82). Son de importancia las composiciones que comprenden de aproximadamente 10 por ciento en peso a aproximadamente 40 por ciento en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y de aproximadamente 90 por ciento en peso a aproximadamente 60 por ciento en peso de CHF_2CHF_2 . También son de importancia las composiciones que comprenden de aproximadamente 20 por ciento en peso a aproximadamente 40 por ciento en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ y de aproximadamente 80 por ciento en peso a aproximadamente 60 por ciento en peso de CHF_2CHF_2 . Se considera que estas composiciones no son inflamables, proporcionan deslizamiento bajo y proporcionan capacidad de calentamiento volumétrica y rendimiento energético máximos para este fluido de trabajo.

En una realización, las composiciones descritas en la presente memoria se pueden usar en combinación con un desecante en un equipo de refrigeración o aire acondicionado (incluyendo enfriadores), para ayudar a eliminar la humedad. Los desecantes pueden estar compuestos de alúmina activada, gel de sílice o tamices moleculares basados en zeolitas. Los tamices moleculares representativos incluyen MOLSIV XH-7, XH-6, XH-9 y XH-11 (UOP

LLC, Des Plaines, IL). Son de importancia tamices moleculares que tienen tamaño de poros nominal de aproximadamente 3 Angstroms a aproximadamente 6 Angstroms.

5 En una realización, las composiciones descritas en la presente memoria se pueden usar en combinación con al menos un lubricante seleccionado del grupo que consiste en polialquilenglicoles, poliésteres, poliviniléteres, aceites minerales, alquilbencenos, parafinas sintéticas, naftenos sintéticos y poli(alfa)olefinas.

10 En algunas realizaciones, los lubricantes útiles en combinación con las composiciones descritas en la presente memoria pueden comprender los adecuados para usar en aparatos de refrigeración o aire acondicionado. Entre estos lubricantes están los usados convencionalmente en aparatos de refrigeración de compresión de vapor que usan refrigerantes de clorofluorocarbonos. En una realización, los lubricantes pueden comprender los conocidos como "aceites minerales" en el campo de la lubricación en la refrigeración por compresión. Los aceites minerales comprenden parafinas (es decir, hidrocarburos saturados de cadena lineal y cadena de carbonos ramificada), naftenos (es decir, parafinas cíclicas) y aromáticos (es decir, hidrocarburos cíclicos, insaturados que contienen uno o más anillos caracterizados por dobles enlaces que alternan). En una realización, los lubricantes comprenden los conocidos habitualmente como "aceites sintéticos" en el campo de la lubricación en la refrigeración por compresión. Los aceites sintéticos comprenden alquilarilos (es decir, alquilbencenos de alquilo lineales y ramificados), parafinas y naftenos sintéticos y polialfaolefinas. Los lubricantes convencionales representativos son los BVM 100N (aceite mineral parafínico vendido por BVA Oils) disponibles en el comercio, aceite mineral nafténico disponible en el comercio de Crompton Co. con las marcas registradas Suniso® 3GS y Suniso® 5GS, aceite mineral nafténico disponible en el comercio de Pennzoil con la marca registrada Sontex® 372LT, aceite mineral nafténico disponible en el comercio de Calumet Lubricants con la marca registrada Calumet® RO-30, alquilbencenos lineales disponibles en el comercio de Shrieve Chemicals con las marcas registradas Zerol® 75, Zerol® 150 y Zerol® 500, y HAB 22 (alquilbencenos ramificados vendidos por Nippon Oil).

25 En otras realizaciones, los lubricantes pueden comprender también los que se han diseñado para usar con refrigerantes de hidrofurocarbonos y son miscibles con refrigerantes de la presente invención en condiciones de funcionamiento de aparatos de aire acondicionado y refrigeración por compresión. Dichos lubricantes incluyen, pero no se limita a ésteres de polioles (POE) tales como Castrol® 100 (Castrol, Reino Unido), polialquilenglicoles (PAG) tales como RL-488A de Dow (Dow Chemical, Midland, Michigan), poli(éteres vinílicos) (PVE), y policarbonatos (PC).

Los lubricantes se seleccionan considerando los requisitos de un compresor dado y el entorno al que se expondrá el lubricante.

30 Son de particular importancia los lubricantes seleccionados del grupo que consiste en POE, PAG, PVE y PC para usar con fluidos de trabajo que comprenden (a) $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y (b) y al menos un compuesto de fórmula CF_2XCHF_2 en donde X e Y se selecciona cada uno del grupo que consiste en H y F; con la condición de que cuando X es H, Y es F y cuando X es F, Y es H. Son de particular importancia los lubricantes seleccionados de POE o PAG para usar con los fluidos de trabajo descritos en la presente memoria.

35 En una realización, las composiciones descritas en la presente memoria pueden comprender además (además de los fluidos de trabajo) un aditivo seleccionado del grupo que consiste en compatibilizantes, colorantes UV, agentes solubilizantes, trazadores, estabilizantes, perfluoropoliéteres (PFPE), y perfluoropoliéteres funcionalizados, y mezclas de los mismos. Son de importancia las composiciones que comprenden de aproximadamente 1 por ciento en peso a aproximadamente 10 por ciento en peso de compatibilizantes hidrocarbonados para lubricante de aceite mineral (por ejemplo, propano, ciclopropano, n-butano, isobutano, n-pentano, isopentano, y/o neopentano). Están incluidas formulaciones que comprenden (i) una composición que comprende de aproximadamente 10 por ciento en peso a aproximadamente 40 por ciento en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y de aproximadamente 90 por ciento en peso a aproximadamente 60 por ciento en peso de CHF_2CHF_2 (p. ej., de aproximadamente 20 por ciento en peso a aproximadamente 40 por ciento en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y de aproximadamente 80 por ciento en peso a aproximadamente 60 por ciento en peso de CHF_2CHF_2) basado en el peso del componente (i), y (ii) de aproximadamente 1 por ciento en peso a aproximadamente 10 por ciento en peso basado en el peso total de la formulación, de compatibilizante hidrocarbonado. Son de particular importancia los compatibilizantes hidrocarbonados que incluyen ciclopropano, ciclobutano, n-butano, isobutano, isobuteno y n-pentano. Son de importancia también las composiciones que comprenden de aproximadamente 1 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso de compatibilizantes hidrocarbonados.

En una realización, las composiciones se pueden usar con aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso de un estabilizante, depurador de radicales libres o antioxidante. Dichos otros aditivos incluyen, pero no se limitan a nitrometano, fenoles con impedimento estérico, hidroxilaminas, tioles, fosfitos o lactonas. Se pueden usar aditivos individuales o combinaciones.

55 Opcionalmente, en otra realización, se pueden añadir determinados aditivos de sistema de refrigeración, aire acondicionado o bombas de calor, según se desee, a los fluidos de trabajo descritos en la presente memoria, con el fin de potenciar el rendimiento y la estabilidad del sistema. Estos aditivos son conocidos en el campo de la refrigeración y aire acondicionado, e incluyen, pero no se limitan a agentes de resistencia al desgaste, lubricantes de presión extrema, inhibidores de la corrosión y oxidación, desactivadores de superficies metálicas, depuradores de

radicales libres y agentes de control de la espuma. En general, estos aditivos pueden estar presentes en los fluidos de trabajo en pequeñas cantidades con respecto a la composición general. Se usan concentraciones típicamente de menos de aproximadamente 0,1 por ciento hasta tanto como aproximadamente 3 por ciento en peso de cada aditivo. Estos aditivos se seleccionan basándose en los requisitos del sistema individual. Estos aditivos incluyen miembros de la familia de triarilfosfato de aditivos lubricantes EP (extrema presión), tales como trifenilfosfatos butilados (BTPP), u otros ésteres de triarilfosfato alquilados, p. ej. Syn-0-Ad 8478 de Akzo Chemicals, fosfatps de tricresilo y compuestos relacionados. Además, se pueden usar ditiósfatos de dialquilo y metal (p. ej., ditiósfato de dialquilo y cinc (o ZDDP), Lubrizol 1375 y otros miembros de esta familia de productos químicos, en composiciones de la presente invención. Otros aditivos de resistencia al desgaste incluyen aceites productos naturales y aditivos de lubricación de polihidroxiilo asimétrico, tales como Synergol TMS (International Lubricants). Igualmente, se pueden usar estabilizantes tales como antioxidantes, depuradores de radicales libres y depuradores de agua. Los compuestos en esta categoría pueden incluir, pero no se limitan a hidroxitolueno butilado (BHT), epóxidos y mezclas de los mismos. Los inhibidores de la corrosión incluyen ácido dodecilsuccínico (DDSA), amina-fosfato (AP), oleoil-sarcosina, derivados de imidazona y sulfonatos sustituidos. Los desactivadores de superficie de metales incluyen areoxalil-bis(bencilideno)-hidrazida (nº de registro CAS 6629-10-3), N,N'-bis(3,5-di-terc-butil-4-hidroxihidrocinao)hidrazina (nº de registro CAS 32687-78-8), 2,2'-oxamidobis-etil-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxihidrocinao) (nº de registro CAS 70331-94-1), N,N'-(dialiclideno)-1,2-diaminopropano (nº de registro CAS 94-91-7) y ácido etilendiaminetetra-acético (nº de registro CAS 60-00-4) y sus sales, y mezclas de los mismos.

En otras realizaciones, los aditivos adicionales incluyen estabilizantes que comprenden al menos un compuesto seleccionado del grupo que consiste en fenoles con impedimento estérico, tiofosfatos, trifenilfosforotioatos, organofosfatos, o fosfitos, éteres de arilo y alquilo, 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. Los compuestos estabilizantes representativos incluyen, pero no se limitan a tocoferol; hidroquinona; t-butil-hidroquinona; monotiofosfatos; y ditiósfatos, disponibles en el comercio en Ciba Specialty Chemicals, Basel, Suiza, en lo sucesivo "Ciba," con la marca registrada Irgalube® 63; ésteres tiofosfatos de dialquilo, disponibles en el comercio en Ciba con las marcas registradas Irgalube® 353 e Irgalube® 350, respectivamente; trifenilfosforotioatos butilados, disponibles en el comercio en Ciba con la marca registrada Irgalube® 232; amina-fosfatos, disponibles en el comercio en Ciba con la marca registrada Irgalube® 349 (Ciba); fosfitos con impedimento estérico, disponibles en el comercio en Ciba como Irgafos® 168; un fosfato tal como (Tris-(di-terc-butilfenilo), disponible en el comercio en Ciba con la marca registrada Irgafos® OPH; (fosfito de Di-n-octilo); y fosfito de isodecilo y difenilo, disponible en el comercio en Ciba con la marca registrada Irgafos® DDPP; anisol; 1,4-dimetoxibenceno; 1,4-dietoxibenceno; 1,3,5-trimetoxibenceno; d-limoneno; retinal; pineno; mentol; Vitamina A; terpineno; dipenteno; licopeno; beta-caroteno; bornano; óxido de 1,2-propileno; óxido de 1,2-butileno; éter de n-butilo y glicidilo; trifluorometiloxirano; 1,1-bis(trifluorometil)oxirano; 3-etil-3-hidroximetil-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 (metilmercaptano); etanotiol (etilmercaptano); coenzima A; ácido dimercaptosuccínico (DMSA); mercaptano del 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-dimetil-etil)-3-[2,3(o 3,4)-dimetilfenil]-2(3H)-benzofuranona, disponible en el comercio en Ciba con la marca registrada Irganox® HP-136; sulfuro de bencilo y fenilo; sulfuro de difenilo; diisopropilamina; 3,3'-tiopropionato de dioctadecilo, disponible en el comercio en Ciba con la marca registrada Irganox® PS 802 (Ciba); 3,3'-tiopropionato de didodecilo, disponible en el comercio en Ciba con la marca registrada Irganox® PS 800; sebazato de di-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo), disponible en el comercio en Ciba con la marca registrada Tinuvin® 770; poli-(succinato de N-hidroxietil-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxipiperidilo), disponible en el comercio en Ciba con la marca registrada Tinuvin® 622LD (Ciba); metil-bis-sebo-amina; bis-sebo-amina; fenol-alfa-naftilamina; bis(dimetilamino)metilsilano (DMAMS); tris(trimetilsilil)silano (TTMSS); viniltri-etoxisilano; 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 otros.

En una realización, los estabilizantes líquidos iónicos comprenden al menos un líquido iónico. Los líquidos iónicos son sales orgánicas que son líquidas o tienen puntos de fusión inferiores a 100°C. En otra realización, los estabilizantes líquidos iónicos comprenden sales que contienen cationes seleccionados del grupo que consiste en piridinio, piridazinio, pirimidinio, pirazinio, imidazolio, pirazolio, tiazolio, oxazolio y triazolio; y aniones seleccionados del grupo que consiste en [BF₄]-, [PF₆]-, [SbF₆]-, [CF₃SO₃]-, [HCF₂CF₂SO₃]-, [CF₃HFCCF₂SO₃]-, [HCCIFCF₂SO₃]-, [(CF₃SO₂)₂N]-, [(CF₃CF₂SO₂)₂N]-, [(CF₃SO₂)₃C]-, [CF₃CO₂]-, y F-. Los estabilizantes líquidos iónicos representativos incluyen emim-BF₄ (tetrafluoroborato de 1-etil-3-metilimidazolio); bmim-BF₄ (tetraborato de 1-butil-3-metilimidazolio); emim-PF₆ (hexafluorofosfato de 1-etil-3-metilimidazolio); y bmim-PF₆ (hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazolio), los cuales están todos disponibles en Fluka (Sigma-Aldrich).

En una realización, las composiciones descritas en la presente memoria se pueden usar con un aditivo de perfluoropoliéter. Una característica común de los perfluoropoliéteres es la presencia de restos de éteres de perfluoroalquilo. Perfluoropoliéter es sinónimo de perfluoropolialquiléter. Otros términos sinónimos usados con frecuencia incluyen "PFPE", "PFAE", "aceite PFPE", "fluido PFPE" y "PFPAE". Por ejemplo, está disponible en el comercio un perfluoropoliéter que tiene la fórmula CF₃-(CF₂)₂-O-[CF(CF₃)-CF₂-O]_n-R'f, en DuPont con la marca

registrada Krytox®, en la fórmula, j' es 2 - 100, inclusive, y $R'f$ es CF_2CF_3 , un perfluoroalquilo C_3 a C_6 , o combinaciones de los mismos.

También se pueden usar otros PFPE disponibles en el comercio en Ausimont de Milán, Italia, con las marcas registradas Fomblin® y Galden®, y producidos por fotooxidación de perfluoroolefina. El PFPE disponible en el comercio con la marca registrada Fomblin®-Y puede tener la fórmula $CF_3O(CF_2CF(CF_3)O)_m(CF_2O)_n-R'f$. También es adecuado $CF_3O[CF_2CF(CF_3)O]_m(CF_2CF_2O)_o(CF_2O)_n-R'f$. En la fórmula $R'f$ es CF_3 , C_2F_5 , C_3F_7 , o combinaciones de dos o más de los mismos; $(m' + n')$ es 8 - 45, inclusive; y m/n es 20 - 1000, inclusive; o' es 1; $(m'+n'+o')$ es 8 - 45, inclusive; m'/n' es 20 - 1000, inclusive.

El PFPE disponible en el comercio con la marca registrada Fomblin®-Z puede tener la fórmula $CF_3O(CF_2CF_2O)_p(CF_2O)_qCF_3$ donde $(p' + q')$ es 40 - 180 y p'/q' es 0,5 - 2, inclusive.

También se puede usar otra familia de PFPE, disponible en el comercio con la marca registrada Demnum™ de Daikin Industries, Japón. Se puede producir por oligomerización y fluoración secuenciales de 2,2,3,3-tetrafluoroacetano, dando la fórmula $F-[(CF_2)_3O]_r-R'2f$ donde $R'2f$ es CF_3 , C_2F_5 , o combinaciones de los mismos y t' es 2 - 200, inclusive.

15 Bombas de calor

En una realización de la presente invención, se proporciona un aparato de bomba de calor que contiene un fluido de trabajo que comprende (a) $E-CF_3CH=CHF$ y (b) CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,82), en donde el aparato de bomba de calor es un aparato de bomba de calor de alta temperatura que produce temperaturas máximas de funcionamiento del condensador mayores de 55°C.

En una realización del aparato de bomba de calor, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,60. En otra realización del aparato de bomba de calor, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,56. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,53. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,48. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,39. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,20.

En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,09 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,09 a aproximadamente 0,82 o de aproximadamente 0,10 a aproximadamente 0,82).

Una bomba de calor es un tipo de aparato para producir calentamiento y/o enfriamiento. Una bomba de calor incluye un evaporador, un compresor, un condensador y un dispositivo de expansión. Un fluido de trabajo circula a través de estos componentes en un ciclo que se repite. El calentamiento se produce en el condensador donde se extrae energía (en forma de calor) del fluido de trabajo vapor cuando condensa para formar el fluido de trabajo líquido. El enfriamiento se produce en el evaporador donde se absorbe energía para evaporar el fluido de trabajo para formar el fluido de trabajo vapor. De acuerdo con la presente invención, el aparato de bomba de calor es un aparato de bomba de calor de alta temperatura que puede producir temperaturas máximas de funcionamiento del condensador mayores de 55°C.

Las bombas de calor pueden incluir evaporadores inundados, una realización de los cuales se muestra en la figura 1, o evaporadores de expansión directa, una realización de los cuales se muestra en la figura 2.

Las bombas de calor pueden usar compresores de desplazamiento positivo o compresores dinámicos (p. ej., compresores centrífugos). Los compresores de desplazamiento positivo incluyen compresores alternativos, de tornillo o de espirales. Son de importancia las bombas de calor que usan compresores de tornillo. También son de importancia las bombas de calor que usan compresores centrífugos.

Son de importancia las bombas de calor de alta temperatura que se pueden usar para calentar aire, agua, otro medio de transferencia de calor o alguna parte de un procedimiento industrial, tal como una pieza del equipo, zona de almacenamiento o corriente de procedimiento. Estas bombas de calor pueden producir temperaturas máximas de funcionamiento del condensador mayores de aproximadamente 55°C. La temperatura máxima de funcionamiento del condensador que se puede lograr en una bomba de calor de alta temperatura dependerá del fluido de trabajo usado. Esta temperatura máxima de funcionamiento del condensador está limitada por las características de ebullición normales del fluido de trabajo y también por la presión a la que el compresor de la bomba de calor puede elevar la presión del fluido de trabajo vapor. Esta presión máxima también está relacionada con el fluido de trabajo usado en

la bomba de calor.

También son de importancia las bombas de calor que se usan para producir calentamiento y enfriamiento simultáneamente. Por ejemplo, una sola unidad de bomba de calor puede producir agua caliente para uso doméstico y también puede producir enfriamiento para aire acondicionado para el bienestar en verano.

5 Las bombas de calor, incluyendo tanto el evaporador inundado como la expansión directa, se pueden acoplar con un sistema de climatización y distribución de aire para proporcionar aire acondicionado para el bienestar (enfriamiento y deshumidificación del aire) y/o calentamiento a edificios residenciales (casas familiares individuales o adosadas) y edificios comerciales grandes, incluyendo hoteles, edificios de oficinas, hospitales, universidades, y similares. En otra realización, se pueden usar bombas de calor para calentar el agua.

10 Para ilustrar cómo funcionan las bombas de calor, se hace referencia a las figuras. Se muestra una bomba de calor de evaporador inundado en la figura 1. En esta bomba de calor un primer medio de transferencia, que es un líquido caliente, que comprende agua, y en algunas realizaciones aditivos, y otro medio de transferencia de calor tal como un glicol (p. ej., etilenglicol o propilenglicol), entra en la bomba de calor llevando calor desde una fuente de temperatura baja, tal como el sistema de climatización del edificio o agua calentada de los condensadores de una planta de enfriamiento fluyendo a la torre de enfriamiento, se muestra la entrada en la flecha 3, a través de un haz de tubos o serpentín 9, en un evaporador 6, que tiene una entrada y una salida. El primer medio de transferencia de calor calentado se suministra al evaporador, donde es enfriado por el fluido de trabajo líquido, que se muestra en la parte inferior del evaporador. El fluido de trabajo líquido se evapora a una temperatura inferior que el primer medio de transferencia de calor caliente, que fluye a través del haz de tubos o serpentín 9. El primer medio de transferencia de calor enfriado se vuelve a recircular a la fuente de calor de baja temperatura como se muestra mediante la flecha 4, por una parte de retorno del haz de tubos o serpentín 9. El fluido de trabajo líquido, mostrado en la parte inferior del evaporador 6 en la figura 1, se evapora y es extraído a un compresor 7, que aumenta la presión y temperatura del vapor de fluido de trabajo. El compresor comprime este vapor de modo que puede condensar en un condensador 5 a una temperatura y presión mayores que la temperatura y presión del vapor de fluido de trabajo cuando sale del evaporador. Un segundo medio de transferencia de calor entra en el condensador por un haz de tubos o serpentín 10 en el condensador 5 desde un sitio donde se proporciona calor a alta temperatura ("disipador de calor") tal como un calentador de agua sanitaria o doméstica o un sistema de calentamiento hidrónico en la flecha 1 de la figura 1. El segundo medio de transferencia de calor se calienta en el proceso y se devuelve por un bucle de retorno del haz de tubos o serpentín 10 y la flecha 2, al disipador de calor. Este segundo medio de transferencia de calor enfría el vapor de fluido de trabajo en el condensador y hace que el vapor condense al fluido de trabajo líquido, de modo que hay fluido de trabajo líquido en la parte inferior del condensador mostrado en la figura 1. El fluido de trabajo líquido condensado en el condensador fluye de vuelta al evaporador por un dispositivo de expansión 8, que puede ser un orificio, tubo capilar o válvula de expansión. El dispositivo de expansión 8 reduce la presión del fluido de trabajo líquido, y convierte el fluido de trabajo líquido parcialmente en vapor, es decir que el fluido de trabajo líquido se evapora instantáneamente cuando la presión disminuye entre el condensador y el evaporador. La evaporación instantánea enfría el fluido de trabajo, es decir, tanto el fluido de trabajo líquido como el fluido de trabajo vapor a la temperatura saturada a la presión del evaporador, de modo que tanto el fluido de trabajo líquido como el vapor de fluido de trabajo están presentes en el evaporador.

40 En algunas realizaciones, el vapor de fluido de trabajo se comprime a un estado supercrítico y el recipiente 5 en la figura 1 representa un enfriador de fluido supercrítico donde el vapor de fluido de trabajo se enfría a un estado líquido sin condensación.

45 En algunas realizaciones el primer medio de transferencia de calor usado en el aparato representado en la figura 1 es agua enfriada que vuelve desde un edificio donde se proporciona aire acondicionado o de algún otro cuerpo para enfriar. Se extrae calor del agua enfriada que vuelve al evaporador 6 y el agua enfriada fría se suministra de nuevo al edificio u otro cuerpo que se va a enfriar. En esta realización, el aparato representado en la figura 1 funciona para simultáneamente enfriar el primer medio de transferencia de calor que proporciona enfriamiento a un cuerpo que se va a enfriar (p. ej., aire del edificio) y calentar al segundo medio de transferencia de calor que proporciona calentamiento a un cuerpo que se va a calentar (p. ej., agua doméstica o sanitaria o corriente del procedimiento).

50 Se entiende que el aparato representado en la figura 1 puede extraer calor en el evaporador 6 de una amplia variedad de fuentes de calor incluyendo calor solar, geotérmico y residual y suministrar calor desde el condensador 5 a una amplia variedad de disipadores de calor.

55 Debe indicarse que para una composición de fluido de trabajo de un solo componente, la composición del fluido de trabajo vapor en el evaporador y el condensador es la misma que la composición del fluido de trabajo líquido en el evaporador y el condensador. En este caso, la evaporación se producirá a una temperatura constante. Sin embargo, si se usa una combinación (o mezcla) de fluido de trabajo, como en la presente invención, el fluido de trabajo líquido y el vapor de fluido de trabajo en el evaporador (o en el condensador) pueden tener diferentes composiciones. Esto puede conducir a sistemas ineficaces y a dificultades en el mantenimiento del equipo, por lo tanto es más conveniente un fluido de trabajo de un solo componente. Un azeótropo o composición de tipo azeótropo funcionará esencialmente como un fluido de trabajo de un solo componente en una bomba de calor, de modo que la composición del líquido y la composición del vapor son esencialmente las mismas, reduciendo cualquier ineficacia

60

que pueda surgir del uso de una composición no azeotrópica o de tipo no azeótropo.

Se ilustra una realización de la bomba de calor de expansión directa en la figura 2. En la bomba de calor ilustrada en la figura 2, el primer medio de transferencia de calor, que es un líquido caliente, tal como agua caliente, entra en el evaporador 6' en la entrada 14. La mayor parte del fluido de trabajo líquido (con una pequeña cantidad de vapor de fluido de trabajo) entra en un serpentín 9' en el evaporador en la flecha 3' y se evapora. Como resultado, el primer medio de transferencia de calor líquido se enfría en el evaporador, y un primer medio de transferencia de calor líquido enfriado sale del evaporador en la salida 16, y es enviado a una fuente de calor a baja temperatura (p. ej., agua caliente que fluye a la torre de refrigeración). El vapor del fluido de trabajo sale del evaporador en la flecha 4' y es enviado al compresor 7', donde se comprime y sale como vapor de fluido de trabajo a alta presión, alta temperatura. Este vapor de fluido de trabajo entra en un condensador 5' a través de un serpentín condensador 10' en 1'. El vapor de fluido de trabajo se enfría mediante un segundo medio de transferencia de calor líquido, tal como agua, en el condensador y se vuelve líquido. El segundo medio de transferencia de calor líquido entra en el condensador por la entrada de medio de transferencia de calor del condensador 20. El segundo medio de transferencia de calor líquido extrae calor del vapor de fluido de trabajo de condensación, que se convierte en fluido de trabajo líquido, y esto calienta el segundo medio de transferencia de calor líquido en el condensador. El segundo medio de transferencia de calor líquido sale del condensador por la salida del medio de transferencia de calor del condensador 18. El fluido de trabajo condensado sale del condensador por el serpentín inferior 10' como se muestra en la figura 2 y fluye hacia un dispositivo de expansión 12, que puede ser un orificio, tubo capilar o válvula de expansión. El dispositivo de expansión 12 reduce la presión del fluido de trabajo líquido. Una pequeña cantidad de vapor, producido como resultado de la expansión, entra en el evaporador con fluido de trabajo líquido por el serpentín 9' y se repite el ciclo.

En algunas realizaciones el vapor de fluido de trabajo se comprime a un estado supercrítico y el recipiente 5' en la figura 2 representa un enfriador de fluido supercrítico donde el vapor de fluido de trabajo se enfría a un estado líquido sin condensación.

En algunas realizaciones el primer medio de transferencia de calor usado en el aparato representado en la figura 2 es agua enfriada que vuelve de un edificio donde se proporciona aire acondicionado o de algún otro cuerpo que se va a enfriar. Se extrae calor del agua enfriada que vuelve al evaporador 6' y el agua enfriada fría se vuelve a suministrar al edificio u otro cuerpo que se va a enfriar. En esta realización, el aparato representado en la figura 2 funciona para enfriar simultáneamente el primer medio de transferencia de calor que proporciona enfriamiento a un cuerpo que se va a enfriar (p. ej., aire del edificio) y calienta el segundo medio de transferencia de calor que proporciona calentamiento a un cuerpo que se va a calentar (p. ej., agua doméstica o sanitaria o corriente del procedimiento).

Se entiende que el aparato representado en la figura 2 puede extraer calor del evaporador 6' de una amplia variedad de fuentes de calor incluyendo calor solar, geotérmico y residual y suministrar calor desde el condensador 5' a una amplia variedad de disipadores de calor.

Un compresor centrífugo usa elementos que rotan para acelerar el fluido de trabajo de forma radial, y típicamente incluye un impulsor y difusor alojados en una carcasa. Los compresores centrífugos normalmente toman el fluido de trabajo en un ojo del impulsor, o entrada central de un impulsor de circulación, y lo aceleran radialmente hacia fuera. Se produce algo de aumento de presión en el impulsor, pero la mayor parte de aumento de presión se produce en la sección del difusor de la carcasa, donde la velocidad se convierte en presión. Cada conjunto de impulsor-difusor es una etapa del compresor. Los compresores centrífugos se construyen con de 1 a 12 o más etapas, dependiendo de la presión final deseada y del volumen del refrigerante que se va a manipular.

La relación de presión o relación de compresión de un compresor es la relación de la presión de descarga absoluta respecto a la presión de entrada absoluta. La presión suministrada por el compresor centrífugo es prácticamente constante a lo largo de un intervalo de capacidades relativamente amplio. La presión que puede desarrollar un compresor centrífugo depende de la velocidad circunferencial del impulsor. La velocidad circunferencial es la velocidad del impulsor medida en su extremo y está relacionada con el diámetro del impulsor y sus revoluciones por minuto. La velocidad circunferencial requerida en una aplicación específica depende del trabajo del compresor que es necesario para elevar el estado termodinámico del fluido de trabajo de las condiciones del evaporador al condensador. La capacidad de flujo volumétrico del compresor centrífugo se determina por el tamaño de los pasos a través del impulsor. Esto hace al tamaño del compresor más dependiente de la presión requerida que de la capacidad de flujo volumétrico requerido.

Los compresores de desplazamiento positivo llevan vapor a una cámara, y el volumen de la cámara se reduce para comprimir el vapor. Después de ser comprimido, el vapor es forzado desde la cámara disminuyendo más el volumen de la cámara a cero o casi cero.

Los compresores alternativos usan pistones dirigidos por un cigüeñal. Pueden ser estacionarios o portátiles, pueden ser de una o múltiples etapas, y pueden ser accionados por motores eléctricos o motores de combustión internos. Se ven compresores alternativos pequeños de 3,7 a 22,4 kW (5 a 30 hp) en aplicaciones de automóviles y son típicamente para servicio intermitente. Se encuentran compresores alternativos más grandes de hasta 74,6 kW (100

hp) en aplicaciones industriales grandes. Las presiones de descarga pueden variar desde presión baja a presión muy alta (mayor de 35 MPa (5000 psi)).

5 Los compresores de tornillo usan dos tornillos helicoidales de desplazamiento positivo rotatorios engranados para forzar al gas a un espacio más pequeño. Los compresores de tornillo normalmente son para operación continua en aplicaciones comerciales e industriales y pueden ser estacionarios o portátiles. Su aplicación puede ser de 3,7 kW (5 hp) a más de 375 kW (500 hp) y desde presión baja a presión muy alta (mayor que 8,3 MPa (1200 psi)).

Los compresores de espirales son similares a los compresores de tornillos e incluyen dos hélices en forma de espiral entrelazadas para comprimir el gas. La salida es más pulsada que en un compresor de tornillos rotatorios.

Métodos

10 En una realización se proporciona un método para producir calentamiento que comprende condensar un fluido de trabajo vapor que comprende (a)

15 (a) $E-CF_3CH=CHF$ y (b) CHF_2CHF_2 en un condensador, produciendo así un fluido de trabajo líquido, con la condición de que la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 en el fluido de trabajo es de aproximadamente 0,05 a 0,99; en donde el calentamiento se produce en una bomba de calor de alta temperatura que comprende dicho condensador, en donde la temperatura máxima de funcionamiento del condensador de la bomba de calor de alta temperatura es mayor que 55°C, que además comprende (i) pasar un medio de transferencia de calor por el condensador, de modo que dicha condensación del fluido de trabajo calienta el medio de transferencia de calor, y pasar el medio de transferencia de calor calentado desde el condensador a un cuerpo que se va a calentar, o (ii) pasar un fluido que se va a calentar a través de dicho condensador, calentando así el fluido, en donde el fluido es aire, agua o una parte de un procedimiento industrial.

20

De acuerdo con la invención, el calentamiento se produce en una bomba de calor de alta temperatura que comprende el condensador, y el método comprende además pasar el medio de transferencia de calor por el condensador (de modo que dicha condensación del fluido de trabajo calienta el medio de transferencia de calor) y pasar el medio de transferencia de calor calentado desde el condensador al cuerpo que se va a calentar.

25 Un cuerpo que se va a calentar puede ser cualquier espacio, objeto o fluido que se pueda calentar. En una realización, un cuerpo que se va a calentar puede ser una habitación, edificio o compartimento de pasajeros de un automóvil. Alternativamente, en otra realización, un cuerpo que se va a calentar puede ser otro medio o fluido de transferencia de calor.

30 En una realización, el medio de transferencia de calor es agua y el cuerpo que se va a calentar es agua. En otra realización, el medio de transferencia de calor es agua y el cuerpo que se va a calentar es aire para calefacción de locales. En otra realización, el medio de transferencia de calor es un líquido de transferencia de calor industrial y el cuerpo que se va a calentar es una corriente de procedimiento químico.

En otra realización, el método para producir calentamiento comprende además comprimir el vapor de fluido de trabajo en un compresor centrífugo.

35 En una realización, el calentamiento se produce en una bomba de calor que comprende el condensador, y el método comprende además pasar un fluido que se va a calentar por el condensador, calentando así el fluido. En una realización, el fluido es aire y el aire calentado del condensador se pasa a un espacio que se va a calentar. En otra realización, el fluido es una parte de una corriente de proceso, y la parte calentada se devuelve al procedimiento.

40 En una realización del método para producir calentamiento, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es menor de 0,70 (p. ej., al menos aproximadamente 0,05 pero menos de 0,70). En otra realización del método para producir calentamiento, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,69. En otra realización del método para producir calentamiento, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,56. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,53. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,48. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,39. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,20.

45

50

55 En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E-CF_3CH=CHF$ a la cantidad total de $E-CF_3CH=CHF$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,09 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,09 a aproximadamente 0,82 o de aproximadamente 0,10 a aproximadamente 0,82).

En algunas realizaciones, el medio de transferencia de calor se puede seleccionar de agua, glicol (tal como etilenglicol o propilenglicol). Es de particular importancia una realización en donde el primer medio de transferencia de calor es agua y el cuerpo que se va a enfriar es aire para enfriar un local.

5 En otra realización, el medio de transferencia de calor puede ser un líquido de transferencia de calor industrial, en donde el cuerpo que se va a calentar es una corriente de procedimiento químico, que incluye tuberías de procedimiento y equipo del procedimiento tal como columnas de destilación. Son de importancia los líquidos de transferencia de calor industriales incluyendo líquido iónicos, diferentes salmueras tales como cloruro de calcio o sodio acuoso, glicoles tales como propilenglicol o etilenglicol, metanol, y otros medios de transferencia de calor tales como los citados en la sección 4 del 2006 ASHRAE Handbook on Refrigeration.

10 En una realización, el método para producir calentamiento comprende extraer calor en una bomba de calor de evaporador inundado como se ha descrito antes con respecto a la figura 1. En este método, el fluido de trabajo líquido se evapora para formar un vapor de fluido de trabajo en la cercanía de un primer medio de transferencia de calor. El primer medio de transferencia de calor es un líquido caliente, tal como agua, que es transportado al evaporador mediante una tubería desde una fuente de calor a temperatura baja. El líquido caliente se enfría y se devuelve a la fuente de calor de temperatura baja o se pasa a un cuerpo que se va a enfriar, tal como un edificio. El vapor de fluido de trabajo entonces se condensa en la cercanía de un segundo medio de transferencia de calor, que es un líquido enfriado que se hace pasar desde la cercanía de un cuerpo que se va a calentar (disipador de calor). El segundo medio de transferencia de calor enfría el fluido de trabajo de modo que se condensa para formar un fluido de trabajo líquido. En este método también se puede usar una bomba de calor de evaporador inundado para calentar agua doméstica o sanitaria o una corriente de procedimiento.

20 En otra realización, el método de producción de calentamiento comprende producir calentamiento en una bomba de calor de expansión directa como se ha descrito antes con respecto a la figura 2. En este método, el fluido de trabajo líquido pasa por un evaporador y se evapora para producir un vapor de fluido de trabajo. Un primer medio de transferencia de calor líquido se enfría mediante el fluido de trabajo que se evapora. El primer medio de transferencia de calor líquido se pasa desde el evaporador a una fuente de calor a baja temperatura o cuerpo que se va a enfriar. El vapor de fluido de trabajo después se condensa en la cercanía de un segundo medio de transferencia de calor, que es un líquido enfriado que se trae de la cercanía de un cuerpo que se va a calentar (disipador de calor). El segundo medio de transferencia de calor enfría el fluido de trabajo de modo que condensa para formar un fluido de trabajo líquido. En este método, también se puede usar una bomba de calor de expansión directa para calentar agua doméstica o sanitaria o una corriente de procedimiento.

25 En una realización del método para producir calentamiento, la bomba de calor incluye un compresor que es un compresor centrífugo.

30 En otra realización de la invención se proporciona un método para sustituir el fluido de trabajo HFC-134a en una bomba de calor diseñada para el HFC-134a, que comprende proporcionar un fluido de trabajo sustituto que comprende (a) $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y (b) CHF_2CHF_2 , con la condición de que la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ es de aproximadamente 0,05 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,82), en donde la bomba de calor es como se define en la reivindicación 12.

35 Son de importancia para usar en la producción de calentamiento (incluyendo, pero no limitado a como sustitutos para otros fluidos de trabajo de bombas de calor) composiciones en donde el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,1 a 0,2. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,2 a 0,3. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,3 a 0,4. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,4 a 0,5. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,5 a 0,6. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,6 a 0,7. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,7 a 0,8. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,8 a 0,9.

40 También son de importancia para usar en la producción de calentamiento (incluyendo, pero no limitado a como sustitutos para otros fluidos de trabajo de bombas de calor) composiciones en donde el componente (b) es una mezcla de CHF_2CHF_2 y $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$, en donde la relación en peso de CHF_2CHF_2 a $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$ es al menos aproximadamente 1:4 (p. ej., de aproximadamente 9:1 a aproximadamente 1:4) y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$, CHF_2CHF_2 y $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$ es de aproximadamente 0,1 a 0,2. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es una mezcla de CHF_2CHF_2 y $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$,

- en donde la relación en peso de CHF₂CHF₂ a CF₃CH₂F es al menos aproximadamente 1:4 (p. ej., de aproximadamente 9:1 a aproximadamente 1:4) y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF, CHF₂CHF₂ y CF₃CH₂F es de aproximadamente 0,2 a 0,3. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es una mezcla de CHF₂CHF₂ y CF₃CH₂F, en donde la relación en peso de CHF₂CHF₂ a CF₃CH₂F es al menos aproximadamente 1:4 (p. ej., de aproximadamente 9:1 a aproximadamente 1:4) y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF, CHF₂CHF₂ y CF₃CH₂F es de aproximadamente 0,3 a 0,4. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es una mezcla de CHF₂CHF₂ y CF₃CH₂F, en donde la relación en peso de CHF₂CHF₂ a CF₃CH₂F es al menos aproximadamente 1:4 (p. ej., de aproximadamente 9:1 a aproximadamente 1:4) y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF, CHF₂CHF₂ y CF₃CH₂F es de aproximadamente 0,4 a 0,5. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es una mezcla de CHF₂CHF₂ y CF₃CH₂F, en donde la relación en peso de CHF₂CHF₂ a CF₃CH₂F es al menos aproximadamente 1:4 (p. ej., de aproximadamente 9:1 a aproximadamente 1:4) y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF, CHF₂CHF₂ y CF₃CH₂F es de aproximadamente 0,5 a 0,6. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es una mezcla de CHF₂CHF₂ y CF₃CH₂F, en donde la relación en peso de CHF₂CHF₂ a CF₃CH₂F es al menos aproximadamente 1:4 (p. ej., de aproximadamente 9:1 a aproximadamente 1:4) y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF, CHF₂CHF₂ y CF₃CH₂F es de aproximadamente 0,6 a 0,7. También son de importancia composiciones en donde el componente (b) es una mezcla de CHF₂CHF₂ y CF₃CH₂F, en donde la relación en peso de CHF₂CHF₂ a CF₃CH₂F es al menos aproximadamente 1:4 (p. ej., de aproximadamente 9:1 a aproximadamente 1:4) y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF, CHF₂CHF₂ y CF₃CH₂F es de aproximadamente 0,7 a 0,8. Son de importancia particular las composiciones que comprenden tanto CHF₂CHF₂ como CF₃CH₂F descritas antes, que son composiciones donde la relación en peso de CHF₂CHF₂ a CF₃CH₂F es de aproximadamente 9:1 a aproximadamente 1:1,25 (por ejemplo de 1,25:1 a aproximadamente 1:1,25).
- En una realización del método para sustituir el HFC-134a, el componente (b) es CHF₂CHF₂ y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF y CHF₂CHF₂ es de aproximadamente 0,01 a 0,69.
- En otra realización del método para sustituir el HFC-134a, el componente (b) es CHF₂CHF₂ y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF y CHF₂CHF₂ es de aproximadamente 0,05 a 0,56. En otra realización, el componente (b) es CHF₂CHF₂ y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF y CHF₂CHF₂ es de aproximadamente 0,05 a 0,53.
- En otra realización, el componente (b) es CHF₂CHF₂ y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF y CHF₂CHF₂ es de aproximadamente 0,05 a 0,48.
- En otra realización, el componente (b) es CHF₂CHF₂ y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF y CHF₂CHF₂ es de aproximadamente 0,05 a 0,39. En otra realización, el componente (b) es CHF₂CHF₂ y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF y CHF₂CHF₂ es de aproximadamente 0,05 a 0,20.
- En otra realización, el componente (b) es CHF₂CHF₂ y la relación en peso de *E*-CF₃CH=CHF a la cantidad total de *E*-CF₃CH=CHF y CHF₂CHF₂ es de aproximadamente 0,09 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,10 a aproximadamente 0,85).
- En este método de sustitución de HFC-134a, las composiciones descritas en la presente memoria son útiles en bombas de calor centrífugas que pueden haber sido diseñadas y fabricadas originalmente para funcionar con HFC-134a.
- Sustituyendo el HFC-134a por las composiciones descritas en la presente memoria en equipos existentes, se pueden obtener ventajas adicionales haciendo ajustes al equipo o condiciones de trabajo o ambos. Por ejemplo, se pueden ajustar el diámetro del impulsor y la velocidad del impulsor en una bomba de calor centrífuga donde se está usando una composición como fluido de trabajo de sustitución.
- En una realización, el método de sustitución de HFC-134a comprende además aumentar la velocidad de rotación del impulsor del compresor centrífugo con el fin de que se corresponda mejor con la velocidad de calentamiento de la bomba de calor (y en algunos casos las velocidades tanto de calentamiento como de enfriamiento) lograda con el fluido de trabajo HFC-134a. El aumento de la velocidad de rotación del impulsor aumenta la velocidad de circulación del fluido de trabajo y las velocidades de calentamiento y enfriamiento resultantes.
- Alternativamente, en otra realización, el método de sustitución de HFC-134a comprende además sustituir el impulsor del compresor centrífugo por un impulsor de un diámetro mayor con el fin de que se corresponda mejor con las velocidades de calentamiento y enfriamiento logradas con el fluido de trabajo HFC-134a.
- Alternativamente, en este método de sustitución de HFC-134a, las composiciones descritas en la presente memoria pueden ser útiles en un equipo de bomba de calor nuevo. En dicho nuevo equipo, se pueden usar un compresor centrífugo y los evaporadores y condensadores usados con el mismo. El nuevo equipo puede estar diseñado y optimizado para usar con los fluidos de trabajo de la presente invención.

En otra realización de la presente invención se proporciona un método para elevar la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible en un aparato de bomba de calor adecuado para usar con el fluido de trabajo HFC-134a con respecto a la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible cuando se usa HFC-134a, que comprende cargar la bomba de calor como se define en la reivindicación 1 con un fluido de trabajo que comprende: (a) $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y (b) CHF_2CHF_2 ; con la condición de que la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ es de aproximadamente 0,05 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,82 o de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,80).

En algunas realizaciones, cuando se usa HFC-134a como el fluido de trabajo en una bomba de calor, la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible está en el intervalo de aproximadamente 65 a aproximadamente 75°C. En otra realización la temperatura máxima de funcionamiento factible está en el intervalo de aproximadamente 70 a aproximadamente 75°C. En una realización, la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible es aproximadamente 71°C cuando se usa 134a como el fluido de trabajo de la bomba de calor.

En una realización del método para elevar la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible, cuando una composición que comprende $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 de acuerdo con la invención, se usa como el fluido de trabajo de la bomba de calor, la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible se eleva al menos aproximadamente 5°C comparado con la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible cuando se usa HFC-134a como el fluido de trabajo de la bomba de calor.

En otra realización del método para elevar la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible, cuando se usa una composición que comprende $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 , como el fluido de trabajo de la bomba de calor, la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible se eleva al menos aproximadamente 10°C comparado con la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible cuando se usa HFC-134a como el fluido de trabajo de la bomba de calor.

En una realización, la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible, cuando el fluido de trabajo comprende $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a CHF_2CHF_2 , se eleva a al menos aproximadamente 84°C en compresores actualmente disponibles. La temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible, cuando el fluido de trabajo comprende $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a CHF_2CHF_2 , se eleva a al menos aproximadamente 81°C en compresores actualmente disponibles.

En una realización, la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible, cuando el fluido de trabajo comprende $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a CHF_2CHF_2 , se eleva a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 75 a aproximadamente 80°C en compresores actualmente disponibles.

En otra realización, la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible, cuando el fluido de trabajo comprende $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a CHF_2CHF_2 , se eleva a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 80 a aproximadamente 85°C en compresores actualmente disponibles.

En otra realización, la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible, cuando el fluido de trabajo comprende $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a CHF_2CHF_2 , se eleva a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 81 a aproximadamente 84°C en compresores actualmente disponibles.

En una realización, la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible, cuando el fluido de trabajo comprende $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a CHF_2CHF_2 , se eleva a al menos aproximadamente 84°C en compresores actualmente disponibles. En otra realización, la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible, cuando el fluido de trabajo comprende $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a CHF_2CHF_2 , se eleva a al menos aproximadamente 81°C en compresores actualmente disponibles.

En una realización del método para elevar la temperatura máxima de funcionamiento del condensador, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 en donde el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es menor de 0,70 (p. ej., al menos aproximadamente 0,05 pero menor de 0,70). En otra realización del método para elevar la temperatura máxima de funcionamiento del condensador, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,69. En otra realización del método para elevar la temperatura máxima de funcionamiento del condensador, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,56. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,53.

En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,48. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,39. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,20. En otra realización, el componente (b) es CHF_2CHF_2 y la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es de aproximadamente 0,05 a 0,15.

CF₃CH=CHF y CHF₂CHF₂ es de aproximadamente 0,09 a 0,99 (p. ej., de aproximadamente 0,09 a aproximadamente 0,82).

Ejemplos

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

Ejemplo 1: Rendimiento del calentamiento para composiciones que contienen

E-HFO-1234ze y HFC-134

10 Se determina el rendimiento de las composiciones que contienen trans-HFO-1234ze y HFC-134 en una bomba de calor centrífuga de calentamiento de agua, y se compara con el rendimiento para HFC-134a. Los datos se muestran en la tabla 1. Los datos se basan en las siguientes condiciones:

Temperatura del evaporador 26,7°C
 Temperatura del condensador 80,0°C
 Eficiencia del compresor 70%

Tabla 1

Variable	HFC-134a	E-HFO-1234ze/ HFC-134 (40/60 % en peso)	E-HFO-1234ze/ HFC-134 frente a 134a (% A)
Subenfriamiento del líquido, °C	11,11	11,11	
Sobrecalentamiento del vapor, °C	0,00	0,00	
Presión (condensador), kPa	2.642,90	2.168,57	-17,95
Presión (evaporador), kPa	698,46	565,23	-19,07
Temperatura de descarga del compresor, °C	95,60	92,10	-3,66
Deslizamiento del compresor, °C		0,01	
Deslizamiento del evaporador, °C		0,00	
Refrigeración neta, kJ/kg	113,38	118,82	4,80
Trabajo del compresor kJ/kg	39,19	39,20	0,03
CDR para el calentamiento	3.893	4.031	3,54
Capacidad de calentamiento volumétrica kJ/m ³	5.048,45	4.306,96	-14,69
PCG*	1430	662	-53,71

15 Los datos indican que la presión del condensador para la nueva mezcla está dentro del intervalo para algunos compresores actualmente disponibles. Sin embargo, la presión del condensador para el HFC-134a supera la presión para algunos compresores actualmente disponibles. El trabajo del compresor está muy cerca al trabajo para HFC-134a, y por lo tanto la velocidad circunferencial será similar y la composición proporcionará una sustitución cercana por HFC-134a. El deslizamiento de temperatura para la nueva mezcla es depreciable, permitiendo la transferencia de calor más eficiente en los intercambiadores de calor y haciendo que la mezcla sea factible para usar en evaporadores inundados. CDR mayores para la nueva mezcla demuestran mejor rendimiento energético con respecto a HFC-134a. Además el PCG para la nueva mezcla es menos de la mitad del de HFC-134a.

Obsérvese que el PCG para los componentes puros se toma de:

- 25 • "Climate Change 2007 - IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Fourth Assessment Report on Climate Change", de la sección titulada "Working Group 1 Report: "The Physical Science Basis", Capítulo 2, pág. 212-213, Tabla 2.14.
- Papadimitriou et al., *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2007, vol. 9, pág. 1-13.
- Javadi et al., *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions* 8, 1069-1088, 2008).
- Específicamente, se usan valores del PCG para un horizonte de tiempo de 100 años. Los valores del PCG para las

composiciones que contienen más de un componente se calculan como promedios ponderados de los valores de PCG de los componentes individuales.

Ejemplo 2: Rendimiento del calentamiento para composiciones que contienen

E-HFO-1234ze y HFC-134

- 5 Se determina el rendimiento de las composiciones que contienen *E*-HFO-1234ze y HFC-134 en una bomba de calor centrífuga de calentamiento de agua, y se compara con el rendimiento para HFC-134a. Los datos se muestran en la tabla 2. Los datos se basan en las siguientes condiciones:

Temperatura del evaporador 26,7°C

Temperatura del condensador 80,0°C

10 Eficiencia del compresor 70%

Tabla 2

Variable	HFC-134a	<i>E</i> -HFO-1234ze/ HFC-134 (65/35 % en peso)	<i>E</i> -HFO-1234ze/ HFC-134 frente a 134a (% Δ)
Subenfriamiento del líquido, °C	11,11	11,11	
Sobrecalentamiento del vapor, °C	0,00	0,00	
Presión (condensador), kPa	2.643	2125	-19,61
Presión (evaporador), kPa	698,46	556,0	-20,40
Temperatura de descarga del compresor, °C	95,60	91,02	-4,79
Deslizamiento del compresor, °C		0,08	
Deslizamiento del evaporador, °C		0,05	
Refrigeración neta, kJ/kg	113,4	112,8	-0,52
Trabajo del compresor kJ/kg	39,19	37,64	-3,96
CDR para el calentamiento	3,893	3,996	2,65
Capacidad de calentamiento volumétrica kJ/m ³	5.048	4163	-17,54
PCG*	1430	389	-72,80

- 15 Los datos indican que la presión del condensador para la nueva mezcla está dentro del intervalo para algunos compresores actualmente disponibles. Sin embargo, la presión del condensador para el HFC-134a supera la presión para algunos compresores actualmente disponibles. El deslizamiento de temperatura para la nueva mezcla es bajo, haciendo que la mezcla sea factible para usar en evaporadores inundados. El CDR mayor para la nueva mezcla demuestra mejor rendimiento energético con respecto a HFC-134a. Además, el PCG para la nueva mezcla es significativamente menor que el PCG de HFC-134a.

Ejemplo 3: Rendimiento de calentamiento y enfriamiento simultáneos para composiciones que contienen 20 por ciento en peso de trans-HFO-1234ze y 80 en peso de HFC-134

- 20 El aparato descrito en las figuras 1 y 2 se puede usar para proporcionar simultáneamente agua caliente para uso doméstico y agua enfriada para aire acondicionado. Se determina el rendimiento de las composiciones que contienen trans-HFO-1234ze y HFC-134 en una máquina centrífuga que proporciona calentamiento y enfriamiento simultáneamente, y se compara con el rendimiento para HFC-134a. Los datos se muestran en la tabla 3. Los datos se basan en las siguientes condiciones:

25 Temperatura del evaporador 4,4°C

Temperatura del condensador 80°C

Eficiencia del compresor 70%

Tabla 3

Variable	HFC-134a	E-HFO-1234ze/ HFC-134 (20/80 % en peso)	E-HFO-1234ze/ HFC-134 (20/80 % en peso) frente a HFC-134a (% Δ)
HFO-1234ze-E (CF ₃ CH=CHF)		20	
HFC-134 (CHF ₂ CHF ₂)		80	
PCG	1430	881,2	-38,38
Subenfriamiento del líquido, °C	10	10	
Sobrecalentamiento del vapor, °C	0	0	
Presión (condensador)	2643	2176	-17,68
Presión (evaporador)	342,6	271,6	-20,74
Temperatura de descarga del compresor, °C	102,6	100,4	
Deslizamiento del compresor, °C	0	0	
Deslizamiento del evaporador, °C	0	0,02	
Refrigeración neta, kJ/kg	98,02	108,94	11,14
Trabajo del compresor kJ/kg	61,21	63,08	3,06
CDR para el enfriamiento	1,602	1,727	7,80
Capacidad de enfriamiento volumétrica kJ/m ³	1614	1427	-11,60
CDR para el calentamiento	2,60	2,73	4,80
Capacidad de calentamiento volumétrica kJ/m ³	2622	2253	-14,07
CDR total	4,20	4,45	5,95

Los datos indican que este modo de operación es posible con la nueva mezcla mientras que no lo es con HFC-134a, porque la presión del condensador superaría el valor máximo factible. La nueva mezcla proporciona deslizamiento de temperatura bajo, permitiendo el uso de evaporadores inundados. El trabajo del compresor para la nueva mezcla es comparable al de HFC-134a, por lo tanto la velocidad circunferencial del impulsor del compresor centrífugo será similar, haciendo que la nueva mezcla sea una sustitución adecuada para HFC-134a. El CDR tanto para el enfriamiento como para el calentamiento para la nueva mezcla muestra mejora frente al de HFC-134a.

5

Ejemplo 4: Rendimiento de calentamiento y enfriamiento simultáneos para composiciones que contienen 60 por ciento en peso de trans-HFO-1234ze y 40 en peso de HFC-134

10 El aparato descrito en las figuras 1 y 2 se puede usar para proporcionar simultáneamente agua caliente para uso doméstico y agua enfriada para aire acondicionado. Se determina el rendimiento de las composiciones que contienen trans-HFO-1234ze y HFC-134 en una máquina centrífuga que proporciona calentamiento y enfriamiento simultáneamente, y se compara con el rendimiento para HFC-134a. Los datos se muestran en la tabla 4. Los datos se basan en las siguientes condiciones:

15

Temperatura del evaporador	4,4°C
Temperatura del condensador	80°C
Eficiencia del compresor	70%

Tabla 4

Variable	HFC-134a	E-HFO-1234ze/ HFC-134 (60/40 % en peso)	E-HFO-1234ze/ HFC-134 (60/40 % en peso) frente a HFC-134a (% Δ)
HFO-1234ze-E (CF ₃ CH=CHF)		60	
HFC-134 (CHF ₂ CHF ₂)		40	
PCG	1430	443,6	-75,88
Subenfriamiento del líquido, °C	10	10	
Sobrecalentamiento del vapor, °C	0	0	
Presión (condensador)	2643	2138	-21,02
Presión (evaporador)	342,6	271,4	-22,87
Temperatura de descarga del compresor, °C	102,6	97,36	
Deslizamiento del compresor, °C	0	0,07	
Deslizamiento del evaporador, °C	0	0,02	
Refrigeración neta, kJ/kg	98,02	98,12	0,11
Trabajo del compresor kJ/kg	61,21	58,83	-4,28
CDR para el enfriamiento	1,602	1,668	4,53
Capacidad de enfriamiento volumétrica kJ/m ³	1614	1348	-18,10
CDR para el calentamiento	2,602	2,668	2,79
Capacidad de calentamiento volumétrica kJ/m ³	2622	2157	-19,50
CDR total	4,204	4,336	3,45

Los datos indican que este modo de operación es posible con la nueva mezcla mientras que no lo es con HFC-134a. La nueva mezcla proporciona deslizamiento de temperatura despreciable, permitiendo así el uso de evaporadores inundados. El trabajo del compresor es comparable al de 134a, por lo tanto la velocidad circunferencial del impulsor del compresor centrífugo será similar, haciendo que la nueva mezcla sea una sustitución cercana adecuada para el HFC-134a. El CDR tanto para el enfriamiento como para el calentamiento para la nueva mezcla muestra mejora sustancial frente al de HFC-134a.

Ejemplo 5: Ensayo de inflamabilidad de composiciones que contienen *E*-CF₃CH=CHF y CHF₂CHF₂

Se ensayó una composición que contenía 70 por ciento en peso de *E*-CF₃CH=CHF (*E*-HFO-1234ze) y 30 por ciento en peso de CHF₂CHF₂ (HFC-134) según el procedimiento de ensayo de ASTM E681-2001 a una temperatura de 60°C y se encontró que era inflamable. Se ensayó una composición que contenía 69,75 por ciento en peso de *E*-CF₃CH=CHF (*E*-HFC-1234ze) y 30,25 por ciento en peso de CHF₂CHF₂ (HFC-134) en las mismas condiciones y se encontró que no era inflamable.

Ejemplo 6: Ensayo de inflamabilidad de composiciones que contienen *E*-CF₃CH=CHF y CF₃CH₂F (no según la invención reivindicada)

Se ensayó una composición que contenía 82,5 por ciento en peso de *E*-CF₃CH=CHF (*E*-HFO-1234ze) y 17,5 por ciento en peso de CF₃CH₂F (HFC-134a) según el procedimiento de ensayo de ASTM E681-2001 a una temperatura de 60°C y se encontró que era inflamable. Se ensayó una composición que contenía 81,3 por ciento en peso de *E*-CF₃CH=CHF y 18,7 por ciento en peso de CF₃CH₂F en las mismas condiciones y se encontró que era inflamable con un solo valor para el LSI y el LII. Se ensayó una composición que contenía 80 por ciento en peso de *E*-CF₃CH=CHF y 20 por ciento en peso de CF₃CH₂F en las mismas condiciones y se encontró que no era inflamable. Se ensayó una composición que contenía 81,25 por ciento en peso de *E*-CF₃CH=CHF y 18,75 por ciento en peso de CF₃CH₂F en las mismas condiciones y se encontró que no era inflamable.

Ejemplo 7: Rendimiento de calentamiento para composiciones que contienen *E*-HFO-1234ze y HFC-134a (no según la invención reivindicada)

Se determina el rendimiento de las composiciones que contienen *E*-HFO-1234ze y HFC-134a en una bomba de

ES 2 595 387 T3

calor centrífuga de calentamiento de agua y se compara con el rendimiento para el HFC-134a solo. Los datos se muestran en la tabla 5. Los datos se basan en las siguientes condiciones:

Temperatura del evaporador	26,7°C
Temperatura del condensador	80,0°C
Eficiencia del compresor	70%

5

Tabla 5

Variable	Unidades	HFC-134a	E-HFO-1234ze/ HFC-134a (75/25 % en peso)	E-HFO-1234ze/ HFC-134a (% Δ)
Subenfriamiento del líquido, °C	°C	11,11	11,11	
Sobrecalentamiento del vapor, °C	°C	0,00	0,00	
Presión (condensador), kPa	kPa	2,643	2.196,47	-16,89
Presión (evaporador), kPa	kPa	698,46	576,90	-17,40
Temperatura de descarga del compresor, °C	°C	95,60	91,35	
Deslizamiento del compresor, °C	°C		0,51	
Deslizamiento del evaporador, °C	°C		0,42	
Refrigeración neta, kJ/kg	kJ/kg	113,4	107,51	-5,19
Trabajo del compresor kJ/kg	kJ/kg	39,19	36,58	-6,66
CDR para el calentamiento		3,893	3,939	1,18
Capacidad de calentamiento volumétrica kJ/m ³	kJ/m ³	5,048	4217,90	-16,44
PCG*		1430	362	-74,69

Los datos indican que la presión del condensador para la nueva mezcla está dentro del intervalo para algunos compresores actualmente disponibles. Sin embargo, la presión del condensador para el HFC-134a supera la presión para algunos compresores actualmente disponibles. El deslizamiento de temperatura para la nueva mezcla no es despreciable pero es relativamente bajo, haciendo que la mezcla sea factible para usar en evaporadores inundados. El CDR mayor para la nueva mezcla demuestra mejor rendimiento energético con respecto a HFC-134a. Además, el PCG para la nueva mezcla es significativamente menor respecto al PCG de HFC-134a.

10

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método para producir calentamiento que comprende condensar un fluido de trabajo vapor que comprende (a) $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y (b) CHF_2CHF_2 ; en un condensador, de modo que se produce un fluido de trabajo líquido; con la condición de que la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 en el fluido de trabajo es de 0,05 a 0,99; en donde el calentamiento se produce en una bomba de calor de alta temperatura que comprende dicho condensador, en donde la temperatura máxima de funcionamiento del condensador de la bomba de calor de alta temperatura es mayor que 55°C , que comprende además (i) pasar un medio de transferencia de calor a través del condensador, de modo que dicha condensación del fluido de trabajo calienta el medio de transferencia de calor, y pasar el medio de transferencia de calor calentado desde el condensador a un cuerpo que se va a calentar, o (ii) pasar un fluido que se va a calentar a través de dicho condensador, calentando así el fluido, en donde el fluido es aire, agua o una parte de un procedimiento industrial.
- 2.- El método de la reivindicación 1, en donde el medio de transferencia de calor es agua y el cuerpo que se va a calentar es agua, o en donde el medio de transferencia de calor es agua y el cuerpo que se va a calentar es aire para calentar locales, o en donde el medio de transferencia de calor es un líquido de transferencia de calor industrial y el cuerpo que se va a calentar es una corriente de procedimiento químico.
- 3.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, que además comprende comprimir el vapor de fluido de trabajo en un compresor centrífugo.
- 4.- El método de la reivindicación 1 o 3, en donde el fluido es aire y el aire calentado del condensador se pasa a un espacio que se va a calentar, o en donde el fluido es una parte de una corriente de procedimiento y la parte calentada se devuelve al procedimiento.
- 5.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es menor de 0,70, preferiblemente de 0,05 a 0,53.
- 6.- Un aparato de bomba de calor que contiene un fluido de trabajo que comprende (a) $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y (b) CHF_2CHF_2 ; con la condición de que la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 en el fluido de trabajo es de 0,05 a 0,99; en donde el aparato de bomba de calor es un aparato de bomba de calor de alta temperatura que puede producir temperaturas máximas de funcionamiento del condensador mayores que 55°C .
- 7.- El aparato de la reivindicación 6, en donde la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es menor de 0,05 a 0,69, preferiblemente de 0,05 a 0,53.
- 8.- El aparato de la bomba de calor de la reivindicación 6, que comprende un compresor centrífugo.
- 9.- Un método para elevar la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible en un aparato de bomba de calor adecuado para usar con el fluido de trabajo HFC-134a, con respecto a la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible cuando se usa HFC-134a como el fluido de trabajo de la bomba de calor, que comprende cargar la bomba de calor como se define en la reivindicación 1 con un fluido de trabajo como se define en la reivindicación 1.
- 10.- El método de la reivindicación 9, en donde la bomba de calor se carga con un fluido de trabajo que comprende $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 y la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible se eleva al menos 5°C , preferiblemente al menos 10°C , comparado con la temperatura máxima de funcionamiento del condensador factible cuando se usa 134a como el fluido de trabajo de la bomba de calor.
- 11.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, en donde la relación en peso de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ a la cantidad total de $E\text{-CF}_3\text{CH=CHF}$ y CHF_2CHF_2 es menor de 0,70, preferiblemente de 0,05 a 0,53.
- 12.- Un método para sustituir el refrigerante HFC-134a en una bomba de calor diseñada para HFC-134a, que comprende proporcionar un fluido de trabajo sustituto como se define en la reivindicación 1; en donde dicha bomba de calor comprende un compresor centrífugo, en donde la temperatura máxima de funcionamiento del condensador de la bomba de calor de alta temperatura es mayor que 55°C .

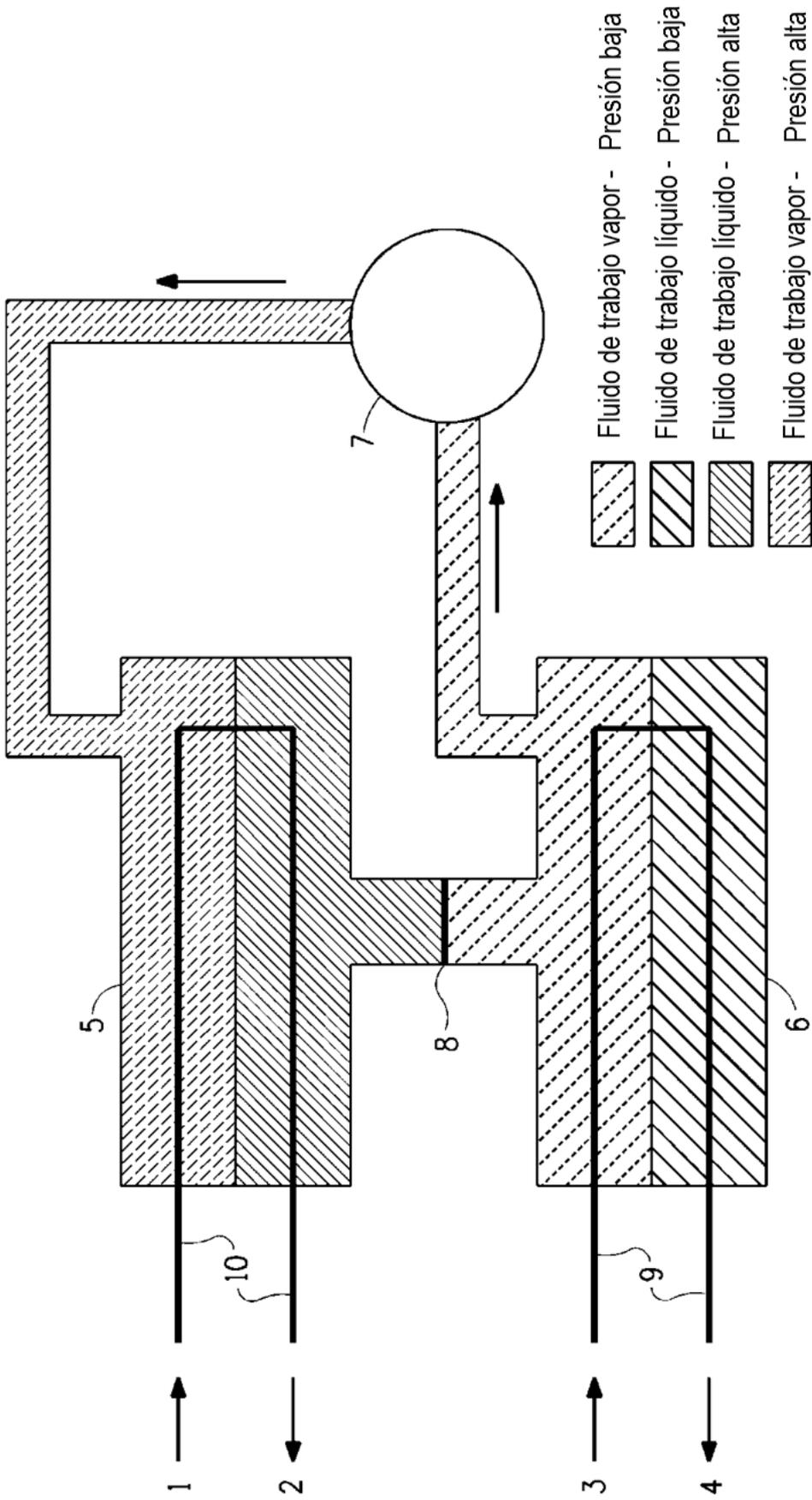


FIG. 1

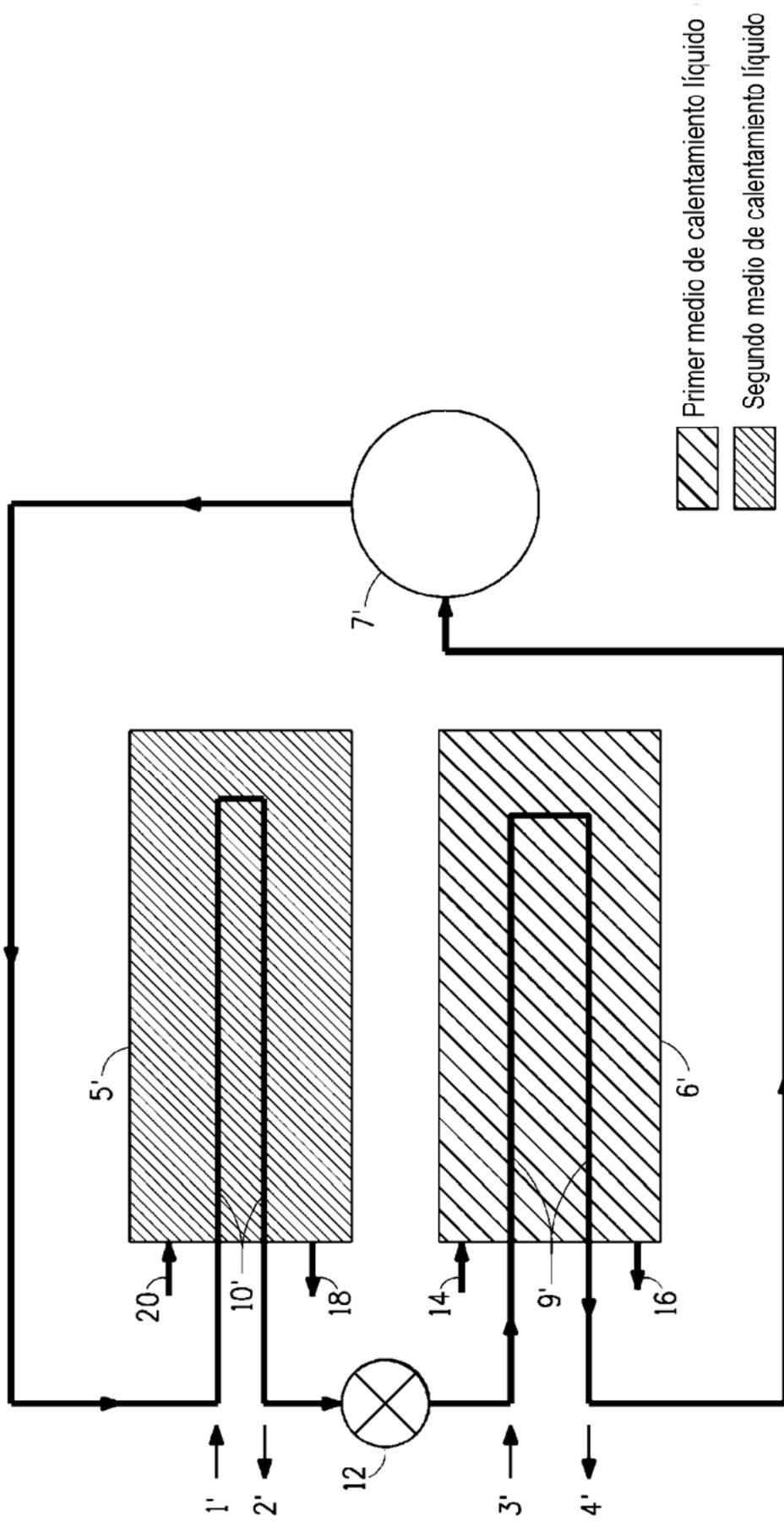


FIG. 2