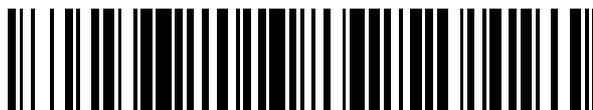


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 034**

51 Int. Cl.:

**C09K 5/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2010 PCT/US2010/061611**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2011 WO11084813**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2010 E 10799241 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016 EP 2516578**

54 Título: **Composiciones que comprenden tetrafluoropropeno y difluorometano y sus usos**

30 Prioridad:

**21.12.2009 US 288504 P**

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

**17.11.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LECK, THOMAS, J. y  
MINOR, BARBARA, HAVILAND**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 590 034 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Composiciones que comprenden tetrafluoropropeno y difluorometano y sus usos

### Antecedentes

1.- Campo de la descripción

- 5 La presente descripción se refiere a una composición para usarlas en sistemas de bomba de calor en los que la composición comprende tetrafluoropropeno y difluorometano.

2.- Descripción de la técnica relacionada

- 10 La industria de la refrigeración ha estado trabajando durante las últimas décadas pasadas en encontrar refrigerantes de sustitución para los clorofluorocarbonos (HFCs) y los hidroclofluorocarbonos (HCFCs) que agotan la capa de ozono que están siendo suprimidos progresivamente como resultado del Protocolo de Montreal. La solución para la mayoría de los productores de refrigerante ha sido la comercialización de refrigerantes de hidrofurocarbonos (HFC). Los nuevos refrigerantes de HFC, siendo el HFC-134a el más ampliamente utilizado hasta el presente, tienen un potencial de agotamiento de la capa de ozono nulo y, por lo tanto, no están afectados por la supresión progresiva reglamentaria actual como resultado del Protocolo de Montreal.

- 15 Reglamentaciones medioambientales adicionales pueden finalmente producir la supresión progresiva de algunos refrigerantes de HFC. En la actualidad, la industria se está enfrentando a regulaciones relacionadas con el potencial de calentamiento global (GWP, por sus iniciales en inglés: *global warming potential*) para los refrigerantes usados en el aire acondicionado móvil. Las regulaciones deberán ser aplicadas más ampliamente en el futuro, por ejemplo para sistemas fijos de aire acondicionado y de refrigeración, e incluso se considerarán mayores necesidades de refrigerantes que puedan ser usados en todas las áreas en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado. La incertidumbre en cuanto a los requisitos reglamentarios finales con respecto al GWP han obligado a la industria a considerar múltiples compuestos y mezclas candidatos.

- 25 En la actualidad, los refrigerantes de sustitución propuestos para los refrigerantes y mezclas de refrigerantes de HFC incluyen el HFC-152a, hidrocarburos puros, tales como butano o propano, o refrigerantes "naturales" tales como CO<sub>2</sub>. Cada uno de estos sustitutos sugeridos presenta problemas que incluyen la toxicidad, inflamabilidad, baja eficiencia energética, o necesitan modificaciones de diseño de equipo importantes. También se han propuesto nuevos sustitutos para HCFC-22, R-134a, R-404A, R-507, R-407C y R-410A, entre otros. La incertidumbre en cuanto a qué requisitos reglamentarios respecto al GWP se adoptarán finalmente ha obligado a la industria a considerar múltiples compuestos y mezclas que equilibren la necesidad de bajo GWP, nula o baja inflamabilidad y los parámetros existentes de prestaciones del sistema.

### Breve compendio

Se ha encontrado que las composiciones que comprenden 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y difluorometano presentan algunas propiedades que permiten la sustitución de refrigerantes con mayor GWP usados actualmente, incluyendo R-134a, R404A y R410A.

- 35 Por lo tanto, la invención proporciona el uso de una composición que comprende aproximadamente 78,5 por ciento en peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y aproximadamente 21,5 por ciento en peso de difluorometano en una bomba de calor para automóvil.

- 40 También se describe en la presente memoria un acondicionador de aire o bomba de calor para automóvil que contiene una composición que comprende aproximadamente 78,5 por ciento en peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y aproximadamente 21,5 por ciento en peso de difluorometano.

### Descripción detallada

Antes de presentar los detalles de los modos de realización descritos a continuación, se definen o aclaran algunos términos.

Definiciones

- 45 Como se usa en la presente memoria, el término composición de transferencia de calor significa una composición usada para transportar calor desde una fuente de calor a un sumidero de calor.

- 50 Una fuente de calor se define como cualquier espacio, localización, objeto o cuerpo a partir del cual se desea añadir, transferir, mover o eliminar calor. Ejemplos de fuentes de calor son espacios (abiertos o cerrados) que requieren refrigeración o enfriamiento, tales como vitrinas de refrigeración o congelación en un supermercado, espacios de construcción que necesitan aire acondicionado, enfriadores de agua industriales o el compartimento de pasajeros de un automóvil que requieran aire acondicionado. En algunos modos de realización, la composición de transferencia de calor puede permanecer en un estado constante a través del proceso de transferencia (es decir, no evaporarse ni

condensarse). En otros modos de realización, los procesos de enfriamiento por evaporación también pueden usar composiciones de transferencia de calor.

Un sumidero de calor se define como cualquier espacio, localización, objeto o cuerpo capaz de absorber calor. Un sistema de refrigeración por compresión de vapor es un ejemplo de dicho sumidero de calor.

- 5 Un sistema de transferencia de calor es el sistema (o dispositivo) empleado para producir un efecto de calentamiento o enfriamiento en un espacio particular. Un sistema de transferencia de calor puede ser un sistema móvil o un sistema fijo.

Los ejemplos de sistemas de transferencia de calor incluyen, pero sin limitarse a ellos, acondicionadores de aire, congeladores, refrigeradores y bombas de calor.

- 10 Como se usa en la presente memoria, un sistema de transferencia de calor móvil se refiere a cualquier dispositivo de refrigeración, aire acondicionado o calefacción incorporado en una unidad de transporte por carretera, ferrocarril, mar o aire.

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

- 20 El coeficiente de rendimiento calorífico (COP, por sus iniciales en inglés: *coefficient of performance*) es la cantidad de calor eliminado dividida por la introducción de energía necesaria para operar el ciclo. Cuanto mayor sea el COP mayor es la eficiencia energética. El COP está directamente relacionado con la relación de eficiencia energética (EER por sus iniciales en inglés: *energy efficiency ratio*) que es la tasa de eficiencia para equipos de refrigeración o de aire acondicionado para un ajuste específico de temperaturas internas y externas.

- 25 El término "subenfriamiento" se refiere a la reducción de la temperatura de un líquido por debajo del punto de saturación de dicho líquido para una presión dada. El punto de saturación es la temperatura a la que el vapor está completamente condensado en líquido, pero el subenfriamiento continúa para enfriar el líquido a un líquido a temperatura inferior a la presión dada. Enfriando un líquido por debajo de la temperatura de saturación (o temperatura del punto de burbujeo) se puede aumentar la capacidad de refrigeración neta. Por lo tanto, el subenfriamiento mejora de capacidad de refrigeración y la eficiencia energética de un sistema. La cantidad de subenfriamiento es la cantidad de enfriamiento por debajo de la temperatura de saturación (en grados).

Sobrecalentamiento es un término que define cuánto por encima de su temperatura de saturación de vapor (la temperatura a la que, si se enfría la composición, se forma la primera gota de líquido, también denominada "punto de rocío") se calienta una composición de vapor.

- 35 El deslizamiento de temperatura (a veces denominado sencillamente "deslizamiento") es el valor absoluto de la diferencia entre las temperaturas inicial y final de un proceso de cambio de fase por un refrigerante en un componente de un sistema de refrigeración, excluyendo cualquier subenfriamiento o sobrecalentamiento. Este término se puede utilizar para describir la condensación o evaporación de una composición casi azeotrópica o no azeotrópica. Cuando se refiere al deslizamiento de temperatura de un sistema de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor, es habitual proporcionar el deslizamiento de temperatura medio que es la media del deslizamiento de temperatura en el evaporador y el deslizamiento de temperatura en el condensador.

- 45 Por composición azeotrópica se indica una mezcla con temperatura de ebullición constante de dos o más sustancias que se comportan como una sustancia individual. Una manera de caracterizar una composición azeotrópica es que el vapor producido por la evaporación o destilación parcial del líquido tenga la misma composición que el líquido a partir del cual se ha evaporado o destilado, es decir, la destilación o el reflujo de la mezcla se produce sin cambio en la composición. Las composiciones con temperatura de ebullición constante se caracterizan como azeotrópicas porque presentan un punto de ebullición bien máximo o bien mínimo, en comparación con el de la mezcla no azeotrópica de los mismos compuestos. Una composición azeotrópica no se fraccionará en un sistema de refrigeración o de aire acondicionado durante la operación. Adicionalmente, una composición azeotrópica no se fraccionará si se produce una fuga en un sistema de refrigeración o de aire acondicionado.

- 55 Una composición casi azeotrópica (también denominada "composición de tipo azeotrópico") es una mezcla líquida con punto de ebullición esencialmente constante de dos o más sustancias que se comportan esencialmente como una única sustancia. Una manera de caracterizar una composición casi azeotrópica es que el vapor producido por la evaporación o destilación parcial del líquido tiene esencialmente la misma composición que el líquido a partir de la que se ha evaporado o destilado, es decir, la destilación o el reflujo de la mezcla se produce sin cambio esencial en la composición. Otra manera de caracterizar una composición casi 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

esencialmente la misma. En la presente memoria, una composición es casi azeotrópica si después de que se elimina 50 por ciento en peso de la composición, tal como por evaporación o ebullición, la diferencia en la presión de vapor entre la composición original y la composición restante después de que se ha eliminado 50 por ciento en peso de la composición original es menor de aproximadamente 10 por ciento.

5 Una composición no azeotrópica es una mezcla de dos o más sustancias que se comporta como una mezcla simple más que como una única sustancia. Una manera de caracterizar una composición no azeotrópica es que el vapor producido por la evaporación o destilación parcial del líquido tiene una composición esencialmente diferente a la del líquido a partir del que se evaporado o destilado, es decir, la destilación o el reflujo de la mezcla se produce con un cambio esencial en la composición. Otra manera 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 esencialmente diferentes. En la presente memoria, una composición es no azeotrópica si después de que se elimina 50 por ciento en peso de la composición, tal como por evaporación o ebullición, la diferencia en la presión de vapor entre la composición original y la composición restante después de que se ha eliminado 50 por ciento en peso de la composición original es mayor de aproximadamente 10 por ciento.

15 Como se usa en la presente memoria el término “lubricante” significa cualquier material añadido a una composición o un compresor (y en contacto con cualquier composición de transferencia de calor usada en cualquier sistema de transferencia de calor) que proporciona lubricación al compresor para ayudar a impedir el gripado de las partes.

20 Como se usa en la presente memoria, los agentes compatibilizantes son compuestos que aumentan la solubilidad del hidrofluorocarbono de las composiciones descritas en los lubricantes del sistema de transferencia de calor. En algunos modos de realización, los agentes compatibilizantes aumentan el retorno del aceite al compresor. En algunos modos de realización, la composición se usa con un lubricante del sistema para reducir la viscosidad de la fase rica en aceite.

25 Como se usa en la presente memoria, el retorno del aceite se refiere a la capacidad de la composición de transferencia de calor para transportar el lubricante a través de un sistema de transferencia de calor y retornarlo al compresor. Es decir, durante el uso, no es raro que alguna porción del lubricante del compresor sea transportada por la composición de transferencia de calor desde el compresor a las otras partes del sistema. En dichos sistemas, si el lubricante no se hace retornar al compresor eficazmente, el compresor dejará eventualmente de funcionar debido a la falta de lubricación.

30 Como se usa en la presente memoria, un colorante “ultravioleta” se define como una composición fluorescente o fosforescente en el UV que absorbe luz en la región ultravioleta o “cercana” al ultravioleta del espectro electromagnético. Se puede detectar la fluorescencia producida por el colorante fluorescente UV al ser iluminado con una luz UV que emite al menos alguna radiación con una longitud de onda en el intervalo de 10 nanómetros a aproximadamente 775 nanómetros.

35 Inflamabilidad es un término usado para indicar la capacidad de una composición para inflamarse y/o propagar una llama. Para refrigerantes y otras composiciones de transferencia de calor, el límite inferior de inflamabilidad (LFL por sus iniciales en inglés: *lower flammability limit*) es la concentración mínima de la composición de transferencia de calor en el aire que es capaz de propagar una llama a través de una mezcla homogénea de la composición y aire en condiciones de ensayo especificadas en la norma ASTM (American Society of Testing and Materials) E681. El límite superior de inflamabilidad (UFL por sus iniciales en inglés: *upper flammability limit*) es la concentración máxima de la composición de transferencia de calor en el aire que es capaz de propagar una llama a través de una mezcla homogénea de la composición y aire en las mismas condiciones de ensayo. Para ser clasificado como no inflamable por la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), un refrigerante debe ser no inflamable en las condiciones de la ASTM E681 formulado tanto en fase líquida como vapor, así como no inflamable tanto en las fases líquida como de vapor que se producen durante escenarios de fugas.

45 El potencial de calentamiento global (GWP) es un índice para estimar la contribución al calentamiento global relativa debida a la emisión atmosférica de un kilogramo de un gas de efecto invernadero particular en comparación con la emisión de un kilogramo de dióxido de carbono. El GWP se puede calcular para diferentes horizontes temporales mostrando el efecto de la vida media atmosférica para un gas dado. El GWP para un horizonte temporal de 100 años es el valor generalmente dado como referencia. Para mezclas, se puede calcular una media ponderada basada en los GWP individuales de cada componente.

55 El potencial de agotamiento de la capa de ozono (ODP por sus iniciales en inglés: *ozone-depletion potential*) es un número que se refiere a la cantidad de agotamiento de la capa de ozono producida por una sustancia. El ODP es la relación del impacto sobre la capa de ozono de un producto químico en comparación con el impacto de una masa similar de CFC-11 (fluorotriclorometano). Por lo tanto, el ODP del CFC-11 se define como 1,0. Otros CFCs y HCFCs tienen ODPs que varían de 0,01 a 1,0. Los HFCs tienen un ODP nulo porque no contienen cloro.

Como se usa en la presente memoria, los términos “comprende”, “que comprende”, “incluye”, “que incluye”, “tiene”, “que tiene” o cualquier otra variación de ellos, pretenden cubrir una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, una composición, procedimiento, método, artículo o dispositivo que comprende una lista de elementos no están

necesariamente limitados solo a estos elementos, sino que pueden incluir otros elementos no listados expresamente o inherentes a dicha composición, procedimiento, método, artículo o dispositivo. Además, a menos que se indique expresamente lo contrario, “o” se refiere a un o inclusivo y no a un o exclusivo. Por ejemplo, una condición A o B está satisfecha por cualquiera de los siguientes: A es verdadero (o está presente) y B es falso (o no está presente), A es falso (o no está presente) y B es verdadero (o está presente) y tanto A como B son verdaderos (o están presentes).

La frase transicional “consiste en” excluye cualquier elemento, etapa o ingrediente no especificado. Si está presente en la reivindicación, dicha palabra cierra la reivindicación a la inclusión de materiales distintos a los enumerados, excepto a las impurezas asociadas generalmente con ellos. Cuando la frase “consiste en” aparece en una cláusula del cuerpo de una reivindicación, más que inmediatamente después del preámbulo, limita solo al elemento descrito en dicha cláusula: otros elementos no están excluidos de la reivindicación como un conjunto.

La frase transicional “consiste esencialmente en” se usa para definir una composición, método o dispositivo que incluye materiales, etapas, características, componentes o elementos, además de los descritos literalmente con tal de que estos materiales, etapas, características, componentes o elementos adicionales incluidos afecten materialmente a la(s) característica(s) básica(s) y novedosa(s) de la invención reivindicada. El término “consiste esencialmente en” ocupa un término medio entre “comprende” y “consiste en”.

Cuando la Solicitante ha definido una invención o una de sus partes con un término abierto tal como “comprende” se debe entender fácilmente que (a menos que se indique lo contrario) la descripción debe ser interpretada como que también describe dicha invención usando los términos “consiste esencialmente en” o “consiste en”.

Además, el uso de “un” o “uno(a)” se emplea 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 entenderse que incluye uno o al menos uno y el singular también incluye el plural a menos que sea obvio que esto tiene otro significado.

A menos que se defina de otro modo, todos los términos técnicos y científicos usados en la presente memoria tienen el mismo significado que generalmente es entendido por un experto en la técnica a la que pertenece esta invención. Aunque se puedan usar métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la presente memoria en la práctica o el ensayo de los modos de realización de las composiciones descritas, los métodos y materiales adecuados se describen a continuación. Todas las publicaciones, solicitudes de patente, patentes y otras referencias mencionadas en la presente memoria se incorporan como referencia en su totalidad, a menos que se cite un pasaje particular. En caso de conflicto, la presente memoria descriptiva, incluyendo definiciones, prevalecerá. Además, los materiales, métodos y ejemplos son únicamente ilustrativos y no pretenden ser limitantes.

#### Composiciones

Se describe una composición que comprende aproximadamente 78,5 por ciento en peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y aproximadamente 21,5 por ciento en peso de difluorometano. El 2,3,3,3-tetrafluoropropeno también puede denominarse HFO-1234yf, HFC-1234yf o R1234yf. El HFO-1234yf puede ser elaborado por métodos conocidos en la técnica, tales como deshidrofluoración del 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb) o del 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (HFC-245cb). El difluorometano (HFC-32 o R32) está disponible comercialmente o puede ser elaborado por métodos conocidos en la técnica, tales como la desclorofluoración del cloruro de metileno.

Tanto el HFO-1234yf como el HFC-32 están siendo considerados como productos de sustitución de bajo GWP para algunos refrigerantes y mezclas de refrigerantes que tienen un GWP relativamente elevado. En particular, el R410A (denominación de la ASHRAE para una mezcla que contiene 50% en peso de HFC-32 y 50% en peso de pentafluoroetano, o HFC-125) tiene un potencial de calentamiento global de 2.088 y necesitará ser sustituido cuando se promulguen las reglamentaciones relativas al calentamiento global de refrigerantes. Adicionalmente, el R404A (denominación de la ASHRAE para una mezcla que contiene 44% en peso de HFC-125, 52% en peso de HFC-143a (1,1,1-trifluoroetano) y 4% en peso de HFC-134a) tiene un GWP de 3.922 y necesitará ser sustituido. Además, el R-507 (denominación de la ASHRAE para una mezcla que contiene 50% en peso de HFC-125 y 50% en peso de HFC-143a) que tienen propiedades virtualmente idénticas al R404A y que por lo tanto puede ser utilizado en muchos sistemas con R404A, tiene un GWP igual a 3.985 y por lo tanto no proporciona un sustituto de bajo GWP para el R404A sino que necesitará también ser sustituido.

El tetrafluoroetano, en particular el 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-134a), usado en la actualidad como refrigerante en muchas aplicaciones, tiene un GWP de 1.430 y necesita ser sustituido. Hay que señalar el uso del HFC-134a en las bombas de calor de los automóviles. En la invención, una composición que tiene aproximadamente 21,5 por ciento en peso de HFC-32 y aproximadamente 78,5 por ciento en peso de HFO-1234yf demuestra una capacidad de calentamiento significativamente mejorada frente al HFC-134a, pero tiene un GWP por debajo de 150, lo que satisface los criterios de la directiva europea de F-gases.

Las composiciones de la presente invención son composiciones no-azeotrópicas ya que las composiciones que comprenden de 43 a 99 por ciento en peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y de 57 a 1 por ciento en peso de difluorometano son no-azeotrópicas. Una composición no azeotrópica puede tener algunas ventajas sobre las

mezclas azeotrópicas o casi azeotrópicas. Por ejemplo, el deslizamiento de temperatura de una composición no-azeotrópica proporciona una ventaja en disposiciones de intercambiador de calor con flujo a contracorriente.

5 Las composiciones con una capacidad superior que la del refrigerante que está siendo sustituido proporcionan una disminución en la huella de carbono al permitir un menor tamaño de carga (será necesario menos refrigerante para obtener el mismo efecto de enfriamiento). Por lo tanto, incluso con un GWP superior, dichas composiciones pueden proporcionar un impacto medioambiental neto reducido. Adicionalmente, se pueden diseñar nuevos equipos para proporcionar incluso mayores mejoras en la eficiencia energética, minimizando así también el impacto medioambiental de la utilización de un nuevo refrigerante.

10 En algunos modos de realización, además de tetrafluoropropeno y difluorometano, las composiciones descritas pueden comprender otros componentes opcionales.

15 En algunos modos de realización, los otros componentes opcionales (también denominados aditivos en la presente memoria) en las composiciones descritas en la presente memoria pueden comprender uno o más componentes elegidos entre el grupo que consiste en lubricantes, colorantes (incluyendo colorantes UV), agentes de solubilización, agentes compatibilizantes, estabilizantes, marcadores, perfluoropoliéteres, agentes antidesgaste, agentes de extrema presión, inhibidores de la corrosión y de la oxidación, reductores de la energía superficial de metales, desactivantes de la superficie metálica, eliminadores de radicales libres, agentes de control de espuma, mejoradores del índice de viscosidad, aditivos para rebajar el punto de congelación, detergentes, agentes de ajuste de la viscosidad y sus mezclas. Por supuesto, muchos de estos otros componentes opcionales se pueden incluir en una o más de estas categorías y pueden tener cualidades que les permite alcanzar una o más características de las prestaciones.

20 En algunos modos de realización, uno o más aditivos están presentes en pequeñas cantidades con respecto a la composición total. En algunos modos de realización, la cantidad de concentración de aditivo(s) en las composiciones descritas es de menos de aproximadamente 0,1 por ciento en peso hasta tanto como aproximadamente 5 por ciento en peso de la composición total. En algunos modos de realización de la presente invención, los aditivos están presentes en las composiciones descritas en una cantidad entre aproximadamente 0,1 por ciento en peso hasta aproximadamente 3,5 por ciento en peso de la composición total. El (los) componente(s) aditivo(s) elegido(s) para las composiciones descritas se elige(n) en función de la utilidad y/o los componentes de equipo individuales o los requisitos del sistema.

30 En algunos modos de realización, el lubricante es un lubricante de aceite mineral. En algunos modos de realización, el lubricante de aceite mineral se elige entre el grupo que consiste en parafinas (incluyendo hidrocarburos saturados de cadena carbonada lineal, hidrocarburos saturados de cadena carbonada ramificada y sus mezclas), naftenos (incluyendo estructuras de anillo y cíclicas saturadas), compuestos aromáticos (aquellos con hidrocarburos insaturados que contienen uno o más anillos, en los que uno o más anillos se caracterizan por dobles enlaces carbono-carbono alternados) y no hidrocarburos (aquellas moléculas que contienen átomos tales como azufre, nitrógeno, oxígeno y sus mezclas) y mezclas y combinaciones de ellos.

35 Algunos modos de realización pueden contener uno o más lubricantes sintéticos. En algunos modos de realización, el lubricante sintético se elige entre el grupo que consiste en compuestos aromáticos sustituidos con alquilo (tales como benceno o naftaleno sustituidos con grupos alquilo lineales, ramificados o mezclas de lineales y ramificados, a menudo denominados genéricamente alquilbencenos), parafinas y naftenos sintéticos, poli(alfa-olefinas), poliglicoles (incluyendo polialquilenglicoles), ésteres de ácidos dibásicos, poliésteres, neopentil ésteres, polivinil éteres (PVEs), siliconas, ésteres de silicato, compuestos fluorados, ésteres de fosfato, policarbonatos y sus mezclas, lo que significa mezclas de cualquiera de los lubricantes descritos en este párrafo.

45 Los lubricantes como se han descrito en la presente memoria pueden ser lubricantes disponibles comercialmente. Por ejemplo, el lubricante puede ser un aceite mineral parafínico vendido por BVA Oils como BVM 100 N, aceites minerales nafténicos vendidos por Crompton Co. con las marcas comerciales Suniso® 1GS, Suniso® 3GS y Suniso® 5GS, el aceite mineral nafténico vendido por Pennzoil con la marca comercial Sontex® 372LT, el aceite mineral nafténico vendido por Calumet Lubricants con la marca comercial Calumet® RO-30, los alquilbencenos lineales vendidos por Shrieve Chemicals con las marcas comerciales Zerol® 75, Zerol® 150 y Zerol® 500 y el alquilbenceno ramificado vendido por Nippon Oil como HAB 22, los ésteres de polioli (POEs) vendidos con la marca comercial Castrol® 100 por Castrol, Reino Unido, los polialquilenglicoles (PAGs) tales como el RL-488A de Dow (Dow Chemical, Midland, Michigan) y sus mezclas, lo que significa mezclas de cualquiera de los lubricantes descritos en este párrafo.

55 Los lubricantes usados con la presente invención pueden estar diseñados para usarlos con refrigerantes hidrofluorocarbonados y pueden ser miscibles con composiciones como las descritas en la presente memoria en condiciones de operación de los dispositivos de refrigeración por compresión y aire acondicionado. En algunos modos de realización, los lubricantes se eligen considerando los requisitos de un compresor dado y el medio al que el lubricante estará expuesto.

En las composiciones de la presente invención que incluyen un lubricante, el lubricante está presente en una cantidad de menos de 5,0% en peso de la composición total. En otros modos de realización, la cantidad de lubricante está entre aproximadamente 0,1 y 3,5% en peso de la composición total.

5 No obstante las anteriores relaciones en peso para las composiciones descritas en la presente memoria, se entiende que en algunos sistemas de transferencia de calor, mientras se está usando la composición puede absorber lubricante adicional de uno o más componentes del equipo de dicho sistema de transferencia de calor. Por ejemplo, en algunos sistemas de refrigeración, aire acondicionado o bombas de calor, pueden cargarse lubricantes en el compresor y/o en el cárter de lubricante del compresor. Dicho lubricante sería adicional a cualquier aditivo lubricante presente en el refrigerante de dicho sistema. Durante el uso, la composición refrigerante mientras está en el  
10 compresor puede captar una cantidad del lubricante del equipo y cambiar la composición refrigerante-lubricante de la relación inicial.

En dichos sistemas de transferencia de calor, incluso cuando la mayoría del lubricante se encuentra en la parte del compresor del sistema, el sistema completo puede contener una composición total que es tanto como aproximadamente 75 por ciento en peso o tan poco como aproximadamente 1,0 por ciento en peso de la  
15 composición que es lubricante. En algunos sistemas, por ejemplo vitrinas refrigeradas de supermercado, el sistema puede contener aproximadamente 3 por ciento en peso de lubricante (por encima y adicionalmente a cualquier lubricante presente en la composición de refrigerante antes de cargarlo en el sistema) y 97 por ciento en peso de refrigerante. En otro modo de realización, en algunos sistemas, por ejemplo sistemas de aire acondicionado móviles, el sistema puede contener aproximadamente 20 por ciento en peso de lubricante (por encima y adicionalmente a  
20 cualquier lubricante presente en la composición de refrigerante antes de cargarlo en el sistema) y aproximadamente 80 por ciento en peso de refrigerante.

El aditivo usado con las composiciones de la presente invención puede incluir al menos un colorante. El colorante puede ser al menos un colorante ultravioleta (UV). El colorante UV puede ser un colorante fluorescente. El colorante fluorescente puede elegirse entre el grupo que consiste en naftalimidias, perilenos, cumarinas, antracenos, fenantracenos, xantenos, tioxantenos, naftoxantenos, fluoresceínas y derivados de dichos colorantes, y combinaciones de ellos, lo que significa mezclas de cualquiera de los colorantes anteriores o sus derivados descritos en este párrafo.  
25

En algunos modos de realización, las composiciones descritas contienen de aproximadamente 0,001 por ciento en peso a aproximadamente 1,0 por ciento en peso de colorante UV. En otros modos de realización, el colorante UV está presente en una cantidad de aproximadamente 0,005 por ciento en peso a aproximadamente 0,5 por ciento en peso y, en otros modos de realización, el colorante UV está presente en una cantidad de 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 0,25 por ciento en peso de la composición total.  
30

Un colorante UV es un componente útil para detectar fugas de la composición al permitir observar la fluorescencia del colorante en el punto de fuga o en su proximidad en un dispositivo (p. ej., una unidad de refrigeración, acondicionador de aire o bomba de calor). La emisión UV, p. ej. fluorescencia, del colorante puede ser observada con luz ultravioleta. Por lo tanto, si una composición que contiene dicho colorante UV fuga en un punto dado de un dispositivo, se puede detectar la fluorescencia en el punto de fuga o en la proximidad del punto de fuga.  
35

El aditivo que puede ser utilizado con las composiciones de la presente invención puede incluir al menos un agente de solubilización elegido para mejorar la solubilidad de uno o más de los colorantes en las composiciones descritas. En algunos modos de realización, la relación en peso entre el colorante y el agente de solubilización varía de aproximadamente 99:1 a aproximadamente 1:1. Los agentes de solubilización incluyen al menos un compuesto elegido entre el grupo que consiste en hidrocarburos, éteres hidrocarbonados, éteres de polioxialquilenglicol (tales como dipropilenglicol dimetil éter), amidas, nitrilos, cetonas, clorocarbonos (tales como cloruro de metileno, tricloroetileno, cloroformo o sus mezclas), ésteres, lactonas, éteres aromáticos, fluoroéteres y 1,1,1-trifluoroalcanos y sus mezclas, lo que significa mezclas de cualquiera de los agentes de solubilización descritos en este párrafo.  
40  
45

En algunos modos de realización, se elige al menos un agente compatibilizante para mejorar la compatibilidad de uno o más lubricantes con las composiciones descritas. El agente compatibilizante se puede elegir entre el grupo que consiste en hidrocarburos, éteres hidrocarbonados, éteres de polioxialquilenglicol (tales como dipropilenglicol dimetil éter), amidas, nitrilos, cetonas, clorocarbonos (tales como cloruro de metileno, tricloroetileno, cloroformo o sus mezclas), ésteres, lactonas, éteres aromáticos, fluoroéteres y 1,1,1-trifluoroalcanos y sus mezclas, lo que significa mezclas de cualquiera de los agentes compatibilizantes descritos en este párrafo.  
50

El agente de solubilización y/o el agente compatibilizante se pueden elegir entre el grupo que consiste en éteres hidrocarbonados que consisten en éteres que contienen solo carbono, hidrógeno y oxígeno, tales como dimetil éter (DME) y sus mezclas, lo que significa mezclas de cualquiera de los éteres hidrocarbonados descritos en este párrafo.  
55

El agente compatibilizante puede ser un agente compatibilizante hidrocarbonado lineal o cíclico alifático o aromático que contiene de 3 a 15 átomos de carbono. El agente compatibilizante puede ser al menos un hidrocarburo que se puede elegir entre el grupo que consiste al menos en propano, n-butano, isobutano, pentanos, hexanos, octanos,

nonano y decanos, entre otros. Los agentes compatibilizantes hidrocarbonados disponibles comercialmente incluyen, pero sin estar limitados a ellos, los de Exxon Chemical (Estados Unidos) vendidos con la marca comercial Isopar® H, una mezcla de undecano (C<sub>11</sub>) y dodecano (C<sub>12</sub>) (isoparafínico de C<sub>11</sub> a C<sub>12</sub> de alta pureza), Aromatic 150 (aromático de C<sub>9</sub> a C<sub>11</sub>), Aromatic 200 (aromático de C<sub>9</sub> a C<sub>15</sub>) y Naptha 140 (una mezcla de parafinas, naftenos e hidrocarburos aromáticos de C<sub>5</sub> a C<sub>11</sub>) y sus mezclas, lo que significa mezclas de cualquiera de los hidrocarburos descritos en este párrafo.

El aditivo puede ser alternativamente al menos un agente compatibilizante polimérico. El agente compatibilizante polimérico puede ser un copolímero aleatorio de acrilatos fluorados y no fluorados, en el que el polímero comprende unidades repetitivas de al menos un monómero representado por las fórmulas CH<sub>2</sub>=C(R<sup>1</sup>)CO<sub>2</sub>R<sup>2</sup>, CH<sub>2</sub>=C(R<sup>3</sup>)C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>R<sup>4</sup> y CH<sub>2</sub>=C(R<sup>5</sup>)C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>XR<sup>6</sup>, en las que X es oxígeno o azufre, R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup> y R<sup>5</sup> se eligen independientemente entre el grupo que consiste en H y radicales alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>; y R<sup>2</sup>, R<sup>4</sup> y R<sup>6</sup> se eligen independientemente entre el grupo que consiste en radicales con base de cadena carbonada que contienen C, y F, y pueden contener adicionalmente H, Cl, oxígeno de éter, o azufre en forma de grupos tioéter, sulfóxido o sulfona y sus mezclas. Ejemplos de dichos agentes compatibilizantes incluyen los disponibles comercialmente en E. I. du Pont de Nemours and Company (Wilmington, DE, 19898, Estados Unidos) con la marca comercial Zonyl® PHS. Zonyl® PHS es un copolímero aleatorio elaborado por la polimerización de 40 por ciento en peso de CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)CO<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>(CF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>)<sub>m</sub>F (también denominado Zonyl® fluorometacrilato o ZFM) en el que m es de 1 a 12, principalmente de 2 a 8, y 60 por ciento en peso de metacrilato de laurilo (CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)CO<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>11</sub>CH<sub>3</sub>, también denominado LMA).

En algunos modos de realización, el componente compatibilizante contiene de aproximadamente 0,01 a 30 por ciento en peso (con respecto a la cantidad total de agente compatibilizante) de un aditivo que reduce la energía superficial del cobre metálico, aluminio, acero u otros metales y aleaciones metálicas que se encuentran en los intercambiadores de calor de forma que reduce la adhesión de los lubricantes al metal. Ejemplos de aditivos que reducen la energía superficial de metales incluyen los disponibles comercialmente de DuPont con las marcas comerciales Zonyl® FSA, Zonyl® FSP y Zonyl® FSJ.

El aditivo que puede ser utilizado en las composiciones de la presente invención puede ser un desactivante de la superficie metálica. El desactivante de la superficie metálica se elige entre el grupo que consiste en areoxalil-bis(benciliden)-hidrazida (Nº de registro CAS 6629-10-3), N,N'-bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxihidrocinaomilhidrazina (Nº de registro CAS 32687-78-8), 2,2,'-oxamidobis-etil-(3,5-di-ter-butil-4-hidroxihidrocinaomato (Nº de registro CAS 70331-94-1), N,N'-(disalicicliden)-1,2-diaminopropano (Nº de registro CAS 94-91-7) y ácido etilendiaminotetra-acético (Nº de registro CAS 60-00-4) y sus sales, y sus mezclas, lo que significa mezclas de cualquiera de los desactivantes de la superficie metálica descritos en este párrafo.

El aditivo usado con las composiciones de la presente invención puede ser alternativamente un estabilizante elegido entre el grupo que consiste en fenoles impedidos estéricamente, tiofosfatos, trifenilfosforotionatos butilados, órgano-fosfatos o fosfitos, aril alquil éteres, terpenos, terpenoides, epóxidos, epóxidos fluorados, oxetanos, ácido ascórbico, tioles, lactonas, tioéteres, aminas, nitrometano, alquilsilanos, derivados de la benzofenona, arilsulfuros, ácido divinil-terftálico, ácido difenil-terftálico, líquidos iónicos, y sus mezclas, lo que significa mezclas de cualquiera de los estabilizantes descritos en este párrafo.

El estabilizante se puede elegir entre el grupo que consiste en tocoferol; hidroquinona; t-butil-hidroquinona; monotiofosfatos; y ditiofosfatos, disponibles comercialmente en Ciba Specialty Chemicals, Basilea, Suiza, denominada "Ciba" en la parte siguiente de la presente memoria, con la marca comercial Irgalube® 63; ésteres de dialquiltiofosfato, disponibles comercialmente de Ciba con las marcas comerciales Irgalube® 353 e Irgalube® 350, respectivamente; trifenilfosforotionatos butilados, disponibles comercialmente de Ciba con la marca comercial Irgalube® 232; fosfatos de amina, disponibles comercialmente de Ciba con la marca comercial Irgalube® 349 (Ciba); fosfitos impedidos estéricamente, disponibles comercialmente de Ciba como Irgafos® 168 y tris-(di-ter-butilfenil)fosfito, disponible comercialmente de Ciba con la marca comercial Irgafos® OPH; (di-n-octilfosfito); e fosfito de iso-decildifenilo, disponible comercialmente de Ciba con la marca comercial Irgafos® DDPP; fosfatos de trialquilo, tales como fosfato de trimetilo, fosfato de trietilo, fosfato de tributilo, fosfato de trioctilo y tri(2-etilhexil)fosfato; fosfato de triarilo, incluyendo fosfato de trifenilo, fosfato de tricresilo y fosfato de trixilenilo; y fosfatos mixtos de alquilarilo, incluyendo fosfato de isopropilfenilo (IPPP) y fosfato de bis(t-butilfenil)fenilo (TBPP); fosfatos de trifenilo butilados, tales como los disponibles comercialmente con la marca comercial Syn-O-Ad® incluyendo Syn-O-Ad® 8784; fosfatos de trifenilo ter-butilados, tales como los disponibles comercialmente con la marca comercial Du-rad®620; fosfatos de trifenilo isopropilados, tales como los disponibles comercialmente con la marca Durad® 220 y Durad®110; anisol; 1,4-dimetoxibenceno; 1,4-dietoxibenceno; 1,3,5-trimetoxibenceno; mirceno, aloocimeno, limoneno (particularmente, d-limoneno); retinal; pineno; mentol; geraniol; farnesol; fitol; vitamina A; terpineno; delta-3-careno; terpinoleno; felandreno; fenqueno; dipenteno; carotenoides, tales como licopeno, beta-caroteno y xantofilos, tales como zeaxantina; retinoides, tales como hepaxantina e isotretinoína; bornano; óxido de 1,2-propileno; óxido de 1,2-butileno; n-butil glicidil éter; trifluorometiloxirano; 1,1-bis(trifluorometil)oxirano; 3-etil-3-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); mercaptan((R)-2-(4-metilciclohex-3-enil)propano-2-tiol)) de pomelo; cisteína (ácido (R)-2-amino-3-sulfanil-

propanoico); lipoamida (1,2-ditiolan-3-pentanamida); 5,7-bis(1,1-dimetiletil)-3-[2,3 (o 3,4)-dimetilfenil]-2(3H)-benzofuranona, comercialmente disponible de Ciba con la marca comercial Irganox® HP-136; sulfuro de bencilfenilo; sulfuro de difenilo; diisopropilamina; 3,3'-tiodipropionato de dioctadecilo, disponible comercialmente de Ciba con la marca comercial Irganox® PS 802 (Ciba); 3,3'-tiopropionato de didodecilo, disponible comercialmente en Ciba con la marca comercial Irganox® PS 800; di-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)sebacato, disponible comercialmente en Ciba con la marca comercial Tinuvin® 770; succinato de poli-(N-hidroxi-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxi-piperidilo, disponible comercialmente en Ciba con la marca comercial Tinuvin® 622LD (Ciba); metil bis- amina de sebo; bis-amina de sebo; fenol-alfa-naftilamina; bis(dimetilamino)metilsilano (DMAMS); tris(trimetilsilil)silano (TTMSS); viniltrióxidosilano; viniltrimetoxisilano; 2,5-difluorobenzofenona; 2',5'-dihidroxiacetofenona; 2-aminobenzofenona; 2-clorobenzofenona; sulfuro de bencilfenilo; sulfuro de difenilo; sulfuro de dibencilo; líquidos iónicos; y sus mezclas y combinaciones.

El aditivo usado con las composiciones de la presente invención puede ser alternativamente un estabilizante líquido iónico. El estabilizante líquido iónico puede ser elegido entre el grupo que consiste en sales orgánicas que son líquidas a temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), conteniendo dichas sales cationes elegidos entre el grupo que consiste en piridinio, piridazinio, pirimidinio, pirazinio, imidazolio, pirazolio, tiazolio, oxazolio y triazolio y sus mezclas; y aniones elegidos entre el grupo que consiste en  $[BF_4]^-$ ,  $[PF_6]^-$ ,  $[SbF_6]^-$ ,  $[CF_3SO_3]^-$ ,  $[HCF_2CF_2SO_3]^-$ ,  $[CF_3HFCCF_2SO_3]^-$ ,  $[HCCIFCF_2SO_3]^-$ ,  $[(CF_3SO_2)_2N]^-$ ,  $[(CF_3CF_2SO_2)_2N]^-$ ,  $[(CF_3SO_2)_3C]^-$ ,  $[CF_3CO_2]^-$  y  $F^-$  y sus mezclas. En algunos modos de realización, los estabilizantes líquidos iónicos se eligen entre el grupo que consiste en emim  $BF_4$  (tetrafluoroborato de 1-etil-3-metilimidazolio); bmim  $BF_4$  (tetraborato de 1-butil-3-metilimidazolio); emim  $PF_6$  (hexafluorofosfato de 1-metil-3-metilimidazolio); y bmim  $PF_6$  (hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazolio), todos los cuales están disponibles en Fluka (Sigma-Aldrich).

En algunos modos de realización, el estabilizante puede ser un fenol impedido estéricamente, que es cualquier compuesto fenólico sustituido, incluyendo los fenoles que comprenden uno o más grupos con sustituyente alifático cíclico, de cadena lineal o ramificada, tal como monofenoles alquilados incluyendo 2,6-di-ter-butil-4-metilfenol; 2,6-di-ter-butil-4-etilfenol; 2,4-dimetil-6-ter-butilfenol; tocoferol; y similares; hidroquinona e hidroquinonas alquiladas, incluyendo t-butilhidroquinona, otros derivados de hidroquinona, y similares; tiodifenil éteres hidroxilados, incluyendo 4,4'-tio-bis(2-metil-6-ter-butilfenol); 4,4'-tiobis(3-metil-6-ter-butilfenol); 2,2'-tiobis(4-metil-6-ter-butilfenol); y similares, alquiliden-bisfenoles incluyendo: 4,4'-metilen-bis(2,6-di-ter-butilfenol); 4,4'-bis(2,6-di-ter-butilfenol); derivados de 2,2'-o 4,4'-bifenoldioles; 2,2'-metilen-bis(4-etil-6-ter-butilfenol); 2,2'-metilen-bis(4-metil-6-ter-butilfenol); 4,4-butiliden-bis(3-metil-6-ter-butilfenol); 4,4-isopropiliden-bis(2,6-di-ter-butilfenol); 2,2'-metilen-bis(4-metil-6-nonilfenol); 2,2'-isobutiliden-bis(4,6-dimetilfenol); 2,2'-metilen-bis(4-metil-6-ciclohexilfenol), 2,2'- o 4,4'-bifenoldioles, incluyendo 2,2'-metilen-bis(4-etil-6-ter-butilfenol); hidroxitolueno butilado (BHT, o 2,6-di-ter-butil-4-metilfenol), bisfenoles que comprenden heteroátomos, incluyendo 2,6-di-ter-alfa-dimetilamino-p-cresol, 4,4'-tiobis(6-ter-butil-m-cresol); y similares; acilaminofenoles; 2,6-di-ter-butil-4(N,N'-dimetilaminometilfenol); sulfuros, incluyendo: bis(3-metil-4-hidroxi-5-ter-butilbencil)sulfuro; bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencil)sulfuro y sus mezclas, lo que significa mezclas de cualquiera de los fenoles descritos en este párrafo.

El aditivo que se usa con las composiciones de la presente invención puede ser alternativamente un marcador. El marcador puede ser dos o más compuestos marcadores del mismo tipo de compuestos o de diferentes clases de compuestos. En algunos modos de realización, el marcador está presente en las composiciones a una concentración total de aproximadamente 50 partes por millón (ppm) en peso a aproximadamente 1.000 ppm, con respecto al peso de la composición total. En otros modos de realización, el marcador está presente a una concentración total de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 500 ppm. Alternativamente, el marcador está presente a una concentración total de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 300 ppm.

El marcador se puede elegir entre el grupo que consiste en hidrofluorocarbonos (HFCs), hidrofluorocarbonos deuterados, perfluorocarbonos, fluoroéteres, compuestos bromados, compuestos yodados, alcoholes, aldehídos y cetonas, óxido nitroso y sus combinaciones. Alternativamente, el marcador se puede elegir entre el grupo que consiste en fluoroetano, 1,1,-difluoroetano, 1,1,1-trifluoroetano, 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano, 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano, 1,1,1,3,3-pentafluoropropano, 1,1,1,3,3-pentafluorobutano, 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-decafluoropentano, 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoroheptano, yodotrifluorometano, hidrocarburos deuterados, hidrofluorocarbonos deuterados, perfluorocarbonos, fluoroéteres, compuestos bromados, compuestos yodados, alcoholes, aldehídos, cetonas, óxido nitroso ( $N_2O$ ) y sus mezclas. En algunos modos de realización, el marcador es una mezcla que contienen dos o más hidrofluorocarbonos o un hidrofluorocarbono combinado con uno o más perfluorocarbonos.

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

El aditivo que puede ser usado con las composiciones de la presente invención puede ser alternativamente un perfluoropoliéter. Una característica común de perfluoropoliéteres es la presencia de restos perfluoroalquil éter. Perfluoropoliéter es sinónimo de perfluoropolialquil éter. Otros términos sinónimos frecuentemente usados incluyen "PFPE", "PFAE", "aceite PFPE", "fluido PFPE" y "PFPPE". En algunos modos de realización, el perfluoropoliéter tiene la fórmula  $CF_3-(CF_2)_2-O-[CF(CF_3)-CF_2-O]_j-R^f$  y está disponible comercialmente en DuPont bajo la marca comercial Krytox®. En la fórmula inmediatamente precedente, j es 2-100, inclusive, y R<sup>f</sup> es  $CF_2CF_3$ , un grupo perfluoroalquilo de C3 a C6 o sus combinaciones.

También pueden usarse otros PFPEs disponibles comercialmente en Ausimont de Milán, Italia, y Montedison S. p. A., de Milán, Italia, con las marcas registradas Fomblin® y Galden®, respectivamente, y producidos por la fotooxidación de perfluoroolefinas.

5 El PFPE disponible comercialmente con la marca comercial Fomblin®-Y puede tener la fórmula  $CF_3O[CF_2CF(CF_3)O]_m(CF_2O)_nR_{1f}$ . También es adecuado el  $CF_3O[CF_2CF(CF_3)O]_m(CF_2CF_2O)_o(CF_2O)_nR_{1f}$ . En las fórmulas,  $R_{1f}$  es  $CF_3$ ,  $C_2F_5$ ,  $C_3F_7$ , o combinaciones de dos o más de ellos;  $(m'+n')$  es 8-45 inclusive, y  $m/n$  es 20-1.000, inclusive, o' es 1;  $(m'+n'+o')$  es 8-45 inclusive;  $m'/n'$  es 20-1.000, inclusive.

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

10 También puede usarse otra familia de PFPE disponible comercialmente con la marca comercial Demnum™ de Daikin Industries, Japón. Puede producirse por oligomerización y fluoración secuencial del 2,2,3,3-tetrafluorooxetano, produciendo la fórmula  $F-[(CF_2)_3-O]_t-R_{2f}$ , en la que  $R_{2f}$  es  $CF_3$ ,  $C_2F_5$  o combinaciones de ellos y  $t'$  es 2-200, inclusive.

15 En algunos modos de realización, el PFPE no está funcionalizado. En un perfluoropolíeter no funcionalizado, el grupo terminal puede ser un grupo terminal radical perfluoroalquilo de cadena ramificada o lineal. Ejemplos de dichos perfluoropolíeteres pueden tener la fórmula  $C_rF_{(2r+1)}-A-C_rF_{(2r+1)}$  en la que cada  $r'$  es independientemente 3 a 6; A puede ser  $O-(CF(CF_3)CF_2O)_w$ ,  $O-(CF_2O)_x(CF_2CF_2O)_y$ ,  $O-(C_2F_4O)_w'$ ,  $O-(C_2F_4O)_x(C_3F_6O)_y$ ,  $O-(CF(CF_3)CF_2O)_y(CF_2O)_y$ ,  $O-(CF_2CF_2CF_2O)_w$ ,  $O-(CF(CF_3)CF_2O)_x(CF_2CF_2O)_y-(CF_2O)_z$ , o combinaciones de dos o más de ellos; preferiblemente A es  $O-(CF(CF_3)CF_2O)_w$ ,  $O-(C_2F_4O)_w'$ ,  $O-(C_2F_4O)_x(C_3F_6O)_y$ ,  $O-(CF_2CF_2CF_2O)_w$ , o combinaciones de dos o más de ellos;  $w'$  es 4 a 100;  $x'$  e  $y'$  son cada uno independientemente 1 a 100. Ejemplos específicos incluyen, pero no se limitan a ellos,  $F(CF(CF_3)-CF_2O)_9-CF_2CF_3$ ,  $F(CF(CF_3)-CF_2O)_9-CF(CF_3)_2$ , y combinaciones de ellos. En dichos PFPEs, hasta 30% de los átomos halógenos pueden ser halógenos distintos del flúor, tal como, por ejemplo, átomos de cloro.

25 En otros modos de realización, los dos grupos terminales del perfluoropolíeter, independientemente, pueden estar funcionalizados con los mismos o diferentes grupos. Un PFPE funcionalizado es un PFPE en el que al menos uno de los dos grupos terminales del perfluoropolíeter tiene al menos uno de sus átomos halógenos sustituidos por un grupo elegido entre ésteres, hidroxilos, aminas, amidas, cianos, ácidos carboxílicos, ácidos sulfónicos o combinaciones de ellos.

30 En algunos modos de realización, los grupos terminales éster representativos incluyen  $-COOCH_3$ ,  $-COOCH_2CH_3$ ,  $-CF_2COOCH_3$ ,  $-CF_2COOCH_2CH_3$ ,  $-CF_2CF_2COOCH_3$ ,  $-CF_2CF_2COOCH_2CH_3$ ,  $-CF_2CH_2COOCH_3$ ,  $-CF_2CF_2CH_2COOCH_3$ ,  $-CF_2CH_2CH_2COOCH_3$  y  $-CF_2CF_2CH_2CH_2COOCH_3$ .

En algunos modos de realización, los grupos terminales hidroxilo representativos incluyen  $-CF_2OH$ ,  $-CF_2CF_2OH$ ,  $-CF_2CH_2OH$ ,  $-CF_2CF_2CH_2OH$ ,  $-CF_2CH_2CH_2OH$  y  $-CF_2CF_2CH_2CH_2OH$ .

35 En algunos modos de realización, los grupos terminales amino representativos incluyen  $-CF_2NR^1R^2$ ,  $-CF_2CF_2NR^1R^2$ ,  $-CF_2CH_2NR^1R^2$ ,  $-CF_2CF_2CH_2NR^1R^2$ ,  $-CF_2CH_2CH_2NR^1R^2$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CH_2NR^1R^2$ , en los que  $R^1$  y  $R^2$  son independientemente H,  $CH_3$  o  $CH_2CH_3$ .

En algunos modos de realización, los grupos terminales amida representativos incluyen  $-CF_2C(O)NR^1R^2$ ,  $-CF_2CF_2C(O)NR^1R^2$ ,  $-CF_2CH_2C(O)NR^1R^2$ ,  $-CF_2CF_2CH_2C(O)NR^1R^2$ ,  $-CF_2CH_2CH_2C(O)NR^1R^2$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CH_2C(O)NR^1R^2$ , en los que  $R^1$  y  $R^2$  son independientemente H,  $CH_3$  o  $CH_2CH_3$ .

40 En algunos modos de realización, los grupos terminales ciano representativos incluyen  $-CF_2CN$ ,  $-CF_2CF_2CN$ ,  $-CF_2CH_2CN$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CN$ ,  $-CF_2CH_2CH_2CN$  y  $-CF_2CF_2CH_2CH_2CN$ .

En algunos modos de realización, los grupos terminales ácido carboxílico incluyen  $-CF_2COOH$ ,  $-CF_2CF_2COOH$ ,  $-CF_2CH_2COOH$ ,  $-CF_2CF_2CH_2COOH$ ,  $-CF_2CH_2CH_2COOH$  y  $-CF_2CF_2CH_2CH_2COOH$ .

45 En algunos modos de realización, los grupos terminales ácido sulfónico se eligen entre el grupo que consiste en  $-S(O)(O)OR^3$ ,  $-S(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CH_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2CH_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CH_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2CH_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CH_2CH_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CH_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2OS(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2CF_2OS(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2CH_2OS(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2CF_2CH_2OS(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)R^4$ , en los que  $R^3$  es H,  $CH_3$ ,  $CH_2CH_3$ ,  $CH_2CF_3$ ,  $CF_3$  o  $CF_2CF_3$ , y  $R^4$  es  $CH_3$ ,  $CH_2CH_3$ ,  $CH_2CF_3$ ,  $CF_3$  o  $CF_2CF_3$ .

55 Los aditivos pueden ser miembros de la familia de los triarilfosfatos de aditivos lubricantes de EP (extrema presión) tales como los fosfatos de trifenilo butilados (BTPP), u otros ésteres de fosfatos de triarilo alquilados, tales como los vendidos con la marca comercial Syn-0-Ad® 8478 de Akzo Chemicals, fosfatos de tricresilo y compuestos relacionados. Adicionalmente, los dialquilditiofosfatos metálicos (p. ej., dialquilditiofosfato de zinc (o ZDDP)), incluyendo el Lubrizol 1375 disponible comercialmente y otros miembros de esta familia de productos químicos se

usan en composiciones de las composiciones descritas. Otros aditivos antidesgaste incluyen aceites productos naturales y aditivos de lubricación de polihidroxilo asimétrico, tales como el Synergol TMS (International Lubricants) disponible comercialmente.

5 En algunos modos de realización, se incluyen estabilizantes tales como antioxidantes, eliminadores de radicales libres y eliminadores de agua y mezclas de ellos. Dichos aditivos en esta categoría pueden incluir, pero sin limitarse a ellos, hidroxitolueno butilado (BHT), epóxidos y sus mezclas. Los inhibidores de la corrosión incluyen el ácido dodecilsuccínico (DDSA), fosfato de amina (AP), oleoilscarcosina, derivados de la imidazona y sulfonatos sustituidos.

10 En un modo de realización las composiciones descritas en la presente memoria pueden ser preparadas por cualquier método conveniente para combinar las cantidades deseadas de los componentes individuales. Un método preferido es pesar las cantidades deseadas del componente y a continuación combinar los componentes en un recipiente adecuado. Se puede utilizar agitación si se desea.

15 En otro modo de realización, las composiciones descritas en la presente memoria pueden prepararse por un método que comprende (i) recuperar un volumen de uno o más componentes de una composición refrigerante de al menos un contenedor de refrigerante, (ii) eliminar suficientemente las impurezas para permitir reutilizar dicho uno o más componentes recuperados, (iii) y opcionalmente combinar todo o parte de dicho volumen de componentes recuperado con al menos una composición de refrigerante o componente adicional.

20 Un contenedor de refrigerante puede ser cualquier contenedor en el que se almacena una composición de mezcla refrigerante que ha sido utilizada en un dispositivo de refrigeración, dispositivo de aire acondicionado o dispositivo de bomba de calor. Dicho contenedor de refrigerante puede ser el dispositivo de refrigeración, dispositivo de aire acondicionado o dispositivo de bomba de calor en el que se usó la mezcla refrigerante. Adicionalmente, el contenedor de refrigerante puede ser un contenedor de almacenamiento para recoger los componentes de la mezcla refrigerante recuperados incluyendo, pero sin limitarse a ellos, los cilindros de gas a presión.

25 Refrigerante residual significa cualquier cantidad de mezcla refrigerante o componente de una mezcla refrigerante que puede ser retirado del contenedor de refrigerante por cualquier método conocido para transferir las mezclas refrigerantes o los componentes de una mezcla refrigerante.

30 Las impurezas pueden ser cualquier componente que está en la mezcla refrigerante o en un componente de una mezcla refrigerante debido a su uso en un dispositivo de refrigeración, dispositivo de aire acondicionado o dispositivo de bomba de calor. Dichas impurezas incluyen, pero sin limitarse a ellos, lubricantes de refrigeración, siendo aquellos descritos anteriormente en la presente memoria, material en partículas incluyendo, pero sin limitarse a ellos, metales, sales metálicas o partículas de elastómero, que pueden retirarse del dispositivo de refrigeración, dispositivo de aire acondicionado o dispositivo de bomba de calor y cualquier otro contaminante que pueda afectar adversamente a las prestaciones de la composición de mezcla refrigerante.

35 Dichas impurezas se pueden eliminar suficientemente para permitir la reutilización de la mezcla refrigerante o el componente de una mezcla refrigerante sin afectar adversamente las prestaciones o el equipo en el que se usará la mezcla refrigerante o el componente de una mezcla refrigerante.

40 Puede ser necesario proporcionar mezcla refrigerante o un componente de mezcla refrigerante adicional a la mezcla refrigerante o componente de mezcla refrigerante residual con el fin de producir una composición que satisfaga las especificaciones requeridas para un producto dado. Por ejemplo, si una mezcla refrigerante tiene 3 componentes en un intervalo de porcentaje en peso particular, puede ser necesario añadir uno o más de los componentes en una cantidad dada con el fin de restablecer la composición en los límites de especificación.

Las composiciones de la presente invención tienen un potencial de agotamiento de la capa de ozono nulo y un potencial de calentamiento global (GWP) bajo. Adicionalmente, las composiciones de la presente invención tendrán potenciales de calentamiento global que son menores que muchos de los refrigerantes de hidrofluorocarbonos utilizados actualmente.

#### 45 Métodos de utilización

50 Las composiciones descritas en la presente memoria son útiles como composiciones de transferencia de calor. Adicionalmente, en forma líquida o gaseosa, las composiciones descritas pueden actuar como fluidos de trabajo usados para transportar calor de una fuente de calor a un sumidero de calor. Dichas composiciones de transferencia de calor también pueden ser útiles como refrigerantes en un ciclo en el que el fluido experimenta cambios de fase; es decir de un líquido a un gas y retorno o viceversa.

55 Las composiciones descritas en la presente memoria pueden ser útiles como sustitutos de GWP (potencial de calentamiento global) bajo para los refrigerantes usados actualmente incluyendo, pero sin limitarse a ellos, R410A (denominación de la ASHRAE para una mezcla de 50 por ciento en peso de R125 y 50 por ciento en peso de R32) o R404A (denominación de la ASHRAE para una mezcla de 44 por ciento en peso de R125, 52 por ciento en peso de R134a (1,1,1-trifluoroetano) y 4,0 por ciento en peso de R134a).

5 A menudo los refrigerantes de sustitución son más útiles si pueden ser utilizados en el equipo de refrigeración original diseñado para un refrigerante diferente. Adicionalmente, las composiciones como se han descrito en la presente memoria pueden ser útiles como sustitutos para el R410A o el R404A en equipos diseñados para R410A o R404A con algunas modificaciones del sistema. Además, las composiciones como se han descrito en la presente memoria pueden ser útiles para sustituir el R404A o el R410A en equipos modificados específicamente o producidos totalmente para estas nuevas composiciones que comprenden HFO-1234yf y HFC-32.

En muchas aplicaciones, algunos modos de realización de las composiciones descritas son útiles como refrigerantes y proporcionan al menos prestaciones de enfriamiento (referidas a la capacidad de enfriamiento y la eficiencia energética) comparables a las del refrigerante para el que se está buscando sustitución.

10 En algunos modos de realización, las composiciones descritas en la presente memoria son útiles para cualquier sistema compresor de desplazamiento positivo diseñado para cualquier número de composiciones de transferencia de calor. Adicionalmente, muchas de las composiciones descritas son útiles en equipos nuevos que utilizan compresores de desplazamiento positivo para proporcionar prestaciones similares a los refrigerantes mencionados anteriormente.

15 En un modo de realización, en la presente memoria se describe un procedimiento para producir enfriamiento que comprende condensar una composición como se ha descrito en la presente memoria y a continuación evaporar dicha composición en la proximidad de un cuerpo que se quiere enfriar.

20 En otro modo de realización, en la presente memoria se describe un procedimiento para producir calor que comprende condensar una composición como se ha descrito en la presente memoria en la proximidad de un cuerpo que se quiere calentar y a continuación evaporar dicha composición.

En algunos modos de realización, el uso de las composiciones descritas anteriormente incluye utilizar la composición como composición de transferencia de calor en un procedimiento para producir enfriamiento, en el que la composición se enfría en primer lugar y se almacena a presión y cuando se expone a un medio más caliente la composición absorbe parte del calor ambiental, se expande y el medio más caliente se enfría de esta manera.

25 Las composiciones como se han descrito en la presente memoria son por lo tanto útiles en bombas de calor para automóviles y se ha encontrado que proporcionan una capacidad de calentamiento mejorada frente al HFC-134a y tienen un GWP menor de 150.

30 Los sistemas de refrigeración por compresión de vapor, aire acondicionado o bombas de calor incluyen un evaporador, un compresor, un condensador y un dispositivo de expansión. Un ciclo de compresión de vapor reutiliza el refrigerante en múltiples etapas produciendo un efecto de enfriamiento en una etapa y un efecto de calentamiento en una etapa diferente. El ciclo puede ser descrito fácilmente como sigue. El refrigerante líquido entra en un evaporador a través de un dispositivo de expansión y el refrigerante líquido hierve en el evaporador, sacando calor del medio, a una temperatura baja para formar un gas y producir enfriamiento. El gas a baja presión entra en un compresor donde el gas es comprimido para aumentar su presión y temperatura. El refrigerante gaseoso a presión más elevada (comprimido) entra entonces en el condensador en el que el refrigerante condensa y descarga su calor al medio. El refrigerante vuelve al dispositivo de expansión a través del cual el líquido se expande desde el nivel a presión más alta en el condensador al nivel a baja presión en el evaporador, repitiendo así el ciclo.

En un modo de realización, se proporciona un dispositivo de aire acondicionado o bomba de calor que contiene una composición como se ha descrito en la presente memoria.

40 Las composiciones como se han descrito en la presente memoria también pueden ser útiles como fluidos de trabajo de ciclo energético en procedimientos de recuperación de calor, tales como ciclos de Rankine. Con respecto a este modo de realización, se describe un procedimiento para recuperar calor que comprende: (a) pasar un fluido de trabajo a través de un primer intercambiador de calor en comunicación con un procedimiento que produce calor; (b) retirar dicho fluido de trabajo de dicho primer intercambiador de calor; (c) pasar dicho fluido de trabajo a un dispositivo que produce energía mecánica; y (d) pasar dicho fluido de trabajo a un segundo intercambiador de calor.

45 Los fluidos de trabajo de ciclo energético para el método descrito anteriormente pueden ser cualquiera de las composiciones como se han descrito en la presente memoria. En el primer intercambiador de calor, el calor es absorbido por el fluido de trabajo haciendo que se evapore. La fuente de calor puede comprender cualquier fuente de calor disponible incluyendo calor residual. Dichas fuentes de calor incluyen células de combustible y motores de combustión interna (gases de escape).

50 En el segundo intercambiador de calor, el fluido de trabajo se condensa y a continuación se hace volver al primer intercambiador de calor completando así el ciclo. Un compresor o bomba puede ser incluido en el ciclo entre el segundo intercambiador de calor y el primer intercambiador de calor para aumentar la presión del fluido de trabajo.

**Ejemplos**

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

5 Ejemplo 1

Prestaciones de calentamiento

10 La tabla 1 muestra las prestaciones de la composición de la invención y algunas composiciones ejemplo en comparación con el HFC-134a, HFO-1234yf y R410A en condiciones típicas de una bomba de calor. En la tabla 1, P Evap. es la presión en el evaporador, P Cond. es la presión en el condensador, T Desc. Comp. es la temperatura de descarga del compresor, COP es el coeficiente de rendimiento calorífico (análogo a la eficiencia energética) y CAP es el capacidad. Los datos calculados se basan en las medidas de las propiedades físicas y las siguientes condiciones específicas:

Temperatura del evaporador	32°F (0°C)
Temperatura del condensador	113°F (45°C)
Cantidad de subenfriamiento	21,6°F (12K)
Sobrecalentamiento del gas de retorno	5,4°F (3K)
Eficiencia del compresor	70%

**Tabla 1**

Composición	P Evap. (kPa)	P Cond. (kPa)	T Desc. Comp. (°C)	COP	COP respecto a R410A (%)	CAP (kJ/m <sup>3</sup> )	CAP respecto a R410A (%)	Deslizam. de T (°C) (Cond/Evap)
HFC-134a	293	1.160	64,6	4,724	106	2.795	43	0
HFO-1234yf	314	1.151	54	4,621	103,7	2.681	41,3	0
R410A	794	2.695	83	4,547	100	6.470	100	0,17/0,1
HFO-1234yf/HFC-32 78,5/21,5% en peso	490	1.766	70	4,563	102,4	4.161	64	7,2/6,5
HFO-1234yf/HFC-32 57,5/42,5% en peso	632	2.206	80	4,496	100,9	5.273	81	5,0/4,9
HFO-1234yf/HFC-32 27,5/72,5% en peso	770	2.623	93	4,485	100,6	6.506	100	1,2/0,9
HFO-1234yf/HFC-32 42,5/57,5% en peso	712	2.445	86	4,607	100,6	5.947	91,5	2,8/2,6

15 Estos datos indican que estas composiciones pueden servir como sustitutos para el R410A en aplicaciones de bomba de calor. En particular, la composición que tiene 78,5 por ciento en peso de HFO-1234yf y 21,5 por ciento en peso de HFC-32 proporciona una capacidad de calentamiento significativamente mejorada frente al HFC-134a, de forma que podría servir como un sustituto de GWP bajo para el HFC-134a en, por ejemplo, bombas de calor para automóviles.

Ejemplo 2

20 Inflamabilidad

Los compuestos inflamables se pueden identificar mediante ensayos según la norma ASTM (American Society of Testing and Materials) E-681-2004, con una fuente de ignición electrónica. Dichos ensayos de inflamabilidad se realizaron en composiciones de la presente memoria descriptiva a 101 kPa (14,7 psia), 50 por ciento de humedad relativa y 23°C y 100°C a varias concentraciones en aire con el fin de determinar el límite inferior de inflamabilidad (LFL por sus iniciales en inglés: *lower flammability limit*). Los resultados se dan en la tabla 2.

5

Tabla 2

Composición (porcentaje en peso)	LFL (% vol. en aire)	
	23°C	100°C
HFO-1234yf/HFC-32 (45/55% en peso)	11,0	10,0
HFO-1234yf/HFC-32 (55/45% en peso)	10,0	9,0
HFO-1234yf/HFC-32 (70/30% en peso)	8,5	7,5

Estos datos demuestran que las composiciones que comprenden HFO-1234yf y HFC-32 con menos de 45 por ciento en peso de HFO-1234yf pueden ser clasificadas como no inflamables en Japón ya que su LFL es mayor que 10 por ciento en volumen.

## 10 Ejemplo 3

Potenciales de calentamiento global

Los valores del potencial de calentamiento global (GWP) para las composiciones de la invención y algunas composiciones ejemplo se listan en la tabla 3 en comparación con los valores del GWP para el HCFC-22, HFC-134a, R404A y R410A. Los GWP para los componentes puros se indican como referencia. Los valores del GWP de las composiciones que contienen más de un componente se calculan como medias ponderadas de los valores de los GWP de los componentes individuales. Los valores para los HFCs se han tomado de "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, págs.. 212-213, Tabla 2.14. El valor para el HFO-1234yf se publicó en Papadimitriou *et al.*, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2007, vol. 9, págs. 1-13. Específicamente, se usan los valores de GWP para el horizonte temporal de 100 años.

15

20

Tabla 3

Componente o composición	GWP
HCFC-22	1.810
HFC-134a	1.430
HFC-32	675
HFO-1234yf	4
R404A	3.922
R507	3.985
R410A	2.088
HFO-1234yf/HFC-32 (90/10% en peso)	71
HFO-1234yf/HFC-32 (80/20% en peso)	138
HFO-1234yf/HFC-32 (78,5/21,5% en peso)	148
HFO-1234yf/HFC-32 (70/30% en peso)	205
HFO-1234yf/HFC-32 (57,5/42,5% en peso)	289
HFO-1234yf/HFC-32 (55/45% en peso)	306
HFO-1234yf/HFC-32 (50/50% en peso)	340
HFO-1234yf/HFC-32 (45/55% en peso)	373
HFO-1234yf/HFC-32 (35/65% en peso)	440
HFO-1234yf/HFC-32 (30/70% en peso)	474

## ES 2 590 034 T3

HFO-1234yf/HFC-32 (27,5/72,5% en peso)	490
HFO-1234yf/HFC-32 (20/80% en peso)	541

Muchas composiciones como se han descrito en la presente memoria proporcionan alternativas de GWP inferior para el HCFC-22, R404A y/o R410A, etc. Adicionalmente, la adición de HFO-1234yf a HFC-32 proporciona refrigerantes con GWP significativamente inferior que el HFC-32 solo.

### Ejemplo 4

#### 5 Prestaciones de refrigeración

La tabla 4 muestra las prestaciones de la composición de la invención y algunas composiciones ejemplo en comparación con el HFO-1234yf, HFC-32 y R404A. En la tabla 4, P Evap. es la presión en el evaporador, P Cond. es la presión en el condensador, T Desc. Comp. es la temperatura de descarga del compresor, COP es el coeficiente de rendimiento calorífico (análogo a la eficiencia energética) y CAP es la capacidad de enfriamiento. Los datos se basan en las siguientes condiciones.

10

Temperatura del evaporador	14°F (-10°C)
Temperatura del condensador	104°F (40°C)
Cantidad de subenfriamiento	2,8°F (6K)
Sobrecalentamiento del gas de retorno	65°F (18°C)
Eficiencia del compresor	70%

Nótese que la entalpía del sobrecalentamiento del evaporador está incluida en las determinaciones de la capacidad de enfriamiento y eficiencia energética.

**Tabla 4**

Composición	P Evap. (kPa)	P Cond. (kPa)	T Desc. Comp. (°C)	COP	COP respecto a R404A (%)	CAP (kJ/m <sup>3</sup> )	CAP respecto a R404A (%)	Desplazam. de T (°C) (media)
R404A	436	1.833	84,9	2,836		2.602		0,37
HFO-1234yf	221	1.016	76,5	3,024	107	1.490	57,2	0
HFC-32	581	2.485	144	2,756	97,2	3.777	145	0
HFO-1234yf/HFC-32 (35/65% en peso)	530	2.243	119	2,800	98,7	3.337	128	1,8
HFO-1234yf/HFC-32 (45/55% en peso)	497	2.124	112	2,809	99,0	3.127	120,2	3,1
HFO-1234yf/HFC-32 (55/45% en peso)	457	1.982	106	2,827	99,7	2.892	111	4,6
HFO-1234yf/HFC-32 (70/30% en peso)	387	1.726	97,2	2,873	101	2.498	96,0	6,3
HFO-1234yf/HFC-32 (78,5/21,5% en peso)	343	1.556	91,8	2,912	103	2.247	86,4	6,6
HFO-1234yf/HFC-32 (80/20% en peso)	335	1.524	90,9	2,917	103	2.199	84,5	6,5
HFO-1234yf/HFC-32 (90/10% en peso)	279	1.291	84,3	2,968	105	1.869	71,8	4,9

## ES 2 590 034 T3

- 5 Los datos en la tabla 4 demuestran que las composiciones de aproximadamente 45 por ciento en peso a aproximadamente 80 por ciento en peso de HFO-1234yf tienen una capacidad  $\pm 20\%$  que la del R404A y por lo tanto actuarían como sustitutos para el R404A en aplicaciones de refrigeración a baja temperatura. Además, para las composiciones en la tabla 4, la eficiencia energética (mostrada anteriormente como COP) se sitúa a solo un pequeño porcentaje o incluso mejora la eficiencia energética del R404A. También tienen temperaturas de descarga del compresor significativamente menores que el HFC-32 lo que puede aumentar la vida del compresor.

### Ejemplo 5

#### Prestaciones de refrigeración

- 10 La tabla 5 muestra las prestaciones de la composición de la invención y algunas composiciones ejemplo en comparación con HFO-1234yf, HFC-32 y R404A. En la tabla 5, P Evap. es la presión en el evaporador, P Cond. es la presión en el condensador, T Desc. Comp. es la temperatura de descarga del compresor, COP es el coeficiente de rendimiento calorífico (análogo a la eficiencia energética) y CAP es la capacidad de enfriamiento. Los datos se basan en las siguientes condiciones.

Temperatura del evaporador	14°F (-35°C)
Temperatura del condensador	104°F (40°C)
Cantidad de subenfriamiento	2,8°F (6K)
Sobrecalentamiento del gas de retorno	65°F (18°C)
Eficiencia del compresor	70%

- 15 Nótese que la entalpía del sobrecalentamiento del evaporador está incluida en las determinaciones de la capacidad de enfriamiento y eficiencia energética.

**Tabla 5**

Composición	P Evap. (kPa)	P Cond. (kPa)	T Desc. Comp. (°C)	CAP (kJ/m <sup>3</sup> )	CAP respecto a R404A (%)	COP	COP respecto a R404A (%)	Desplazam . de T (°C) (media)
R404A	167	1.833	126	974,4		1,573		0,37
HFO-1234yf	78,3	1.016	114	519,4	53,3	1,682	107	0
HFC-32	221	2.485	229	1.404	144	1,478	94,0	0
HFO-1234yf/HFC-32 (35/65% en peso)	203	2.243	184	1.246	128	1,522	96,8	1,6
HFO-1234yf/HFC-32 (45/55% en peso)	188	2.124	174	1.156	119	1,531	97,3	2,8
HFO-1234yf/HFC-32 (55/45% en peso)	171	1.982	163	1.058	109	1,545	98,2	4,3
HFO-1234yf/HFC-32 (70/30% en peso)	142	1.726	147	897	92,1	1,579	100	6,4
HFO-1234yf/HFC-32 (78,5/21,5% en peso)	124	1.556	139	796	81,7	1,602	102	6,1
HFO-1234yf/HFC-32 (80/20% en peso)	121	1.524	137	777	79,7	1,606	102	6,0
HFO-1234yf/HFC-32 (90/10% en peso)	99,7	1.291	126	654	67,1	1,643	104,5	4,7

5 Los datos demuestran que las composiciones de aproximadamente 45 por ciento en peso a aproximadamente 80 por ciento en peso de HFO-1234yf tienen una capacidad  $\pm 20\%$  que la del R404A y por lo tanto actuarían como sustitutos para el R404A en aplicaciones de refrigeración a baja temperatura. Además, para las composiciones en la tabla 5, la eficiencia energética (mostrada anteriormente como COP) se sitúa a solo un pequeño porcentaje o incluso mejora la eficiencia energética del R404A. También tienen temperaturas de descarga del compresor significativamente menores que el HFC-32 lo que puede aumentar la vida del compresor.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Uso de una composición que comprende aproximadamente 78,5 por ciento en peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y aproximadamente 21,5 por ciento en peso de difluorometano en una bomba de calor para automóviles.
- 5 2.- Uso según la reivindicación 1, en el que dicha bomba de calor está diseñada para usar 1,1,1,2-tetrafluoroetano.
- 3.- Uso según la reivindicación 1, en la que dicha composición comprende además al menos un lubricante elegido entre el grupo que consiste en aceites minerales, alquilbencenos, parafinas sintéticas, naftenos sintéticos, polialfaolefinas, polialquilenglicoles, ésteres de ácido dibásico, poliésteres, neopentil ésteres, polivinil éteres, ésteres de silicato, compuestos fluorados, ésteres de fosfato y sus mezclas.
- 10 4.- Uso según la reivindicación 1, en el que dicha composición comprende además al menos un aditivo elegido entre el grupo que consiste en lubricantes, colorantes, agentes solubilizantes, agentes compatibilizantes, estabilizantes, marcadores, perfluoropoliéteres, agentes antidesgaste, agentes de extrema presión, inhibidores de la corrosión y de la oxidación, reductores de la energía superficial de metales, desactivantes de la superficie metálica, eliminadores de radicales libres, agentes de control de espuma, mejoradores del índice de viscosidad, aditivos para rebajar el punto
- 15 de congelación, detergentes, agentes de ajuste de la viscosidad y sus mezclas.
- 5.- Un acondicionador de aire o bomba de calor para automóviles que contiene una composición que comprende aproximadamente 78,5 por ciento en peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y aproximadamente 21,5% por ciento en peso de difluorometano.