

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 465**

51 Int. Cl.:

**C09K 5/04**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2020 PCT/US2020/064411**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.06.2021 WO21119375**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2020 E 20848734 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2025 EP 4073194**

54 Título: **Composiciones refrigerantes que comprenden R-32, R-134A y CF3I**

30 Prioridad:

**12.12.2019 US 201962947296 P**

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

**05.05.2025**

73 Titular/es:

**THE CHEMOURS COMPANY FC, LLC (100.00%)  
1007 Market Street  
Wilmington, Delaware 19801, US**

72 Inventor/es:

**HUGHES, JOSHUA y  
MINOR, BARBARA HAVILAND**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 3 015 465 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 refrigerantes que comprenden R-32, R-134A y CF3I

### 5 **Campo técnico**

La presente solicitud se refiere a composiciones que comprenden difluorometano (R-32), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a) y trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I), para su uso en sistemas de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor. Las composiciones de la presente invención son útiles en métodos para producir enfriamiento y calentamiento, y métodos para reemplazar refrigerantes y aparatos de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor.

### **Antecedentes**

Muchos refrigerantes comerciales actuales contribuyen al agotamiento de la capa de ozono y/o al calentamiento global. El uso de muchos de estos compuestos ha estado bajo la lupa de los organismos reguladores ambientales, y para muchos componentes refrigerantes (por ejemplo, los clorofluorocarbonos; CFC) ya está prevista su eliminación gradual. Por lo tanto, existe la necesidad de refrigerantes que se caractericen por un potencial de agotamiento de la capa de ozono (ODP, por sus siglas en inglés) cero y una repercusión baja en el calentamiento global. La presente solicitud aborda esta necesidad y otras.

Los documentos US 2010/257881, WO 97/15637 y CN 1 189 525 divulgan sendos compuestos que comprenden difluorometano, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y trifluoroyodometano.

### **Sumario**

La presente solicitud proporciona, entre otros, composiciones que comprenden de aproximadamente 34 a aproximadamente 42 por ciento en peso de difluorometano (R-32), de aproximadamente 1 a aproximadamente 4 por ciento en peso de 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a), y de aproximadamente 57 a aproximadamente 65 por ciento en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). La presente solicitud proporciona además composiciones como las definidas en las reivindicaciones 2 a 4.

La presente solicitud proporciona además procesos para producir enfriamiento, que comprende condensar una composición proporcionada en el presente documento y posteriormente evaporar dicha composición en las proximidades de un cuerpo a enfriar.

La presente solicitud proporciona además procesos para producir calentamiento, que comprende evaporar una composición proporcionada en el presente documento y posteriormente condensar dicha composición en las proximidades de un cuerpo a calentar.

La presente solicitud proporciona además métodos para sustituir el R-410A en un sistema de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor, que comprende proporcionar una composición proporcionada en el presente documento como reemplazo de dicho R-410A.

La presente solicitud proporciona además sistemas de aire acondicionado, sistemas de bomba de calor y sistemas de refrigeración que comprenden una composición proporcionada en el presente documento. La presente solicitud proporciona además sistemas como los definidos en las reivindicaciones 9 y 10.

A menos que se definan de otro modo, todos los términos técnicos y científicos utilizados en el presente documento tienen el mismo significado que entiende comúnmente un experto en la materia a la que pertenece la presente invención.

### **Descripción de los dibujos**

Las FIG. 1-3 muestran gráficos de contorno que describen composiciones ilustrativas de la invención que pueden ser útiles como composiciones refrigerantes para sustituir al R-410A.

### **Descripción detallada**

La presente divulgación proporciona composiciones (por ejemplo, composiciones de transferencia de calor y/o composiciones refrigerantes) que comprenden de aproximadamente 34 a aproximadamente 42 por ciento en peso de difluorometano (R-32), de aproximadamente 1 a aproximadamente 4 por ciento en peso de 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a), y de aproximadamente 57 a aproximadamente 65 por ciento en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I). Las composiciones proporcionadas en el presente documento pueden ser útiles, por ejemplo, en aplicaciones de refrigerante y/o transferencia de calor en las que anteriormente se utilizaban compuestos refrigerantes existentes (por ejemplo, CFC, HFC y similares). En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento no es inflamable.

En algunas realizaciones, la composición consiste esencialmente en difluorometano (R-32), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a), y trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I) (por ejemplo, difluorometano (R-32), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a), y trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I), y uno o más componentes adicionales según se describe en el presente documento, en donde el uno o más componentes adicionales no afectan materialmente a la(s) característica(s) básica(s) y novedosa(s) de la composición). En algunas realizaciones, la composición consiste en difluorometano (R-32), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a), y trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).

### Definiciones y abreviaturas

Como se usan en el presente documento, los términos y expresiones "comprende", "que comprende", "incluye", "que incluye", "tiene", "que tiene" o cualquier otra variación de los mismos, tienen por objeto cubrir una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un proceso, método, artículo o aparato que comprende una lista de elementos no se limita necesariamente a aquellos elementos únicamente, sino que puede incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a dicho proceso, método, artículo o aparato. Además, a menos que se indique expresamente lo contrario, "o" se refiere a una "o" inclusiva y no a una "o" exclusiva. Por ejemplo, una condición A o B se cumple mediante una cualquiera de los siguientes: A es verdadera (o está presente) y B es falsa (o no está presente), A es falsa (o no está presente) y B es verdadera (o está presente), y A y B son las dos verdaderas (o están presentes).

Como se usan en el presente documento, la expresión "que consiste esencialmente en" se usa para definir una composición, método que incluye materiales, etapas, características, componentes o elementos, además de los literalmente desvelados siempre que estos materiales adicionales incluyan, etapas, características, componentes o elementos no afecten materialmente a la una o más características básicas y novedosas de la invención reivindicada, especialmente el modo de acción para lograr el resultado deseado de cualquiera de los procesos de la presente invención. La expresión "consiste esencialmente en" o "que consiste esencialmente en" ocupa un término medio entre "que comprende" y "que consiste en".

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

Como se usan en el presente documento, el término "aproximadamente" pretende tener en cuenta las variaciones debidas al error experimental (por ejemplo, más o menos aproximadamente el 10 % del valor indicado). Se entiende que todas las mediciones informadas en el presente documento están modificadas por el término "aproximadamente", ya sea que el término se use explícitamente o no, a menos que se indique explícitamente lo contrario.

Cuando una cantidad, una concentración u otro valor o parámetro se proporciona como intervalo, intervalo preferido o lista de valores preferibles superiores y/o valores preferibles inferiores, ha de entenderse que se desvelan específicamente todos los intervalos formados a partir de cualquier par de cualquier valor preferido o límite de intervalo superior y cualquier valor preferido o límite de intervalo inferior, independientemente de si los intervalos se desvelan por separado. En los casos en los que se cita un intervalo de valores numéricos en el presente documento, a menos que se indique lo contrario, el intervalo tiene por objeto incluir los puntos finales del mismo y todos los números enteros y las fracciones dentro del intervalo.

El potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) es un índice para estimar la contribución relativa al calentamiento global 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 de tiempo que muestran el efecto del tiempo de vida atmosférico para un gas dado. El GWP para un horizonte temporal de 100 años suele ser el valor al que se hace referencia.

Como se usa en el presente documento, la expresión "potencial de agotamiento del ozono" (ODP) 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 ODP representa el grado de agotamiento de ozono en la estratosfera que se espera de un compuesto, masa por masa, con respecto al fluorotriclorometano (CFC-11).

"Capacidad de refrigeración" (en ocasiones denominada "capacidad de enfriamiento") es una expresión para definir el cambio de entalpía de un refrigerante o fluido de trabajo en un evaporador por unidad de masa de refrigerante o fluido de trabajo que circula. La capacidad de enfriamiento volumétrica se refiere a la cantidad de calor retirado por el refrigerante o fluido de trabajo en el evaporador por unidad de volumen de vapor de refrigerante que sale del evaporador. La capacidad de refrigeración es una medida de la capacidad de un refrigerante, fluido de trabajo o composición de transferencia de calor para producir enfriamiento. Por lo tanto, cuanto mayor sea la capacidad de enfriamiento volumétrica del fluido de trabajo, mayor será la velocidad de enfriamiento que puede producirse en el evaporador con el caudal volumétrico máximo alcanzable con un compresor dado. La velocidad de enfriamiento se

refiere al calor retirado por el refrigerante en el evaporador por unidad de tiempo.

De manera similar, "capacidad de calentamiento volumétrica" es una expresión para definir la cantidad de calor suministrada por el refrigerante o fluido de trabajo en el condensador por unidad de volumen de refrigerante o vapor de fluido de trabajo que entra al compresor. Cuanto mayor sea la capacidad de calentamiento volumétrica del refrigerante o fluido de trabajo, mayor será la velocidad de calentamiento que se produce en el condensador con el caudal volumétrico máximo alcanzable con un compresor dado.

El coeficiente de rendimiento (COP, por sus siglas en inglés) es la cantidad de calor retirado en el evaporador dividida por la energía requerida para hacer funcionar el compresor. Cuanto mayor sea el COP, mayor será la eficiencia energética. El COP está directamente relacionado con el índice de eficiencia energética (EER, por sus siglas en inglés), es decir, la clasificación de eficiencia para equipos de refrigeración o aire acondicionado a un conjunto específico de temperaturas internas y externas.

Como se usa en el presente documento, un medio de transferencia de calor comprende una composición utilizada para transportar calor de una fuente de calor a un disipador de calor. Por ejemplo, calor de un cuerpo que ha de enfriarse a un evaporador enfriador o de un condensador enfriador a una torre de enfriamiento u otra configuración donde el calor pueda ser rechazado al ambiente.

Como se usan en el presente documento, un fluido de trabajo o refrigerante comprende un compuesto o mezcla de compuestos (por ejemplo, una composición proporcionada en el presente documento) que funcionan para transferir calor en un ciclo en donde el fluido de trabajo sufre un cambio de fase de líquido a gas y de nuevo a líquido en un ciclo repetido.

El subenfriamiento es la reducción de la temperatura de un líquido por debajo del punto de saturación de ese líquido para una presión dada. El punto de saturación es la temperatura a la que una composición de vapor se condensa totalmente en un líquido (también conocido como punto de burbuja). Pero el subenfriamiento continúa enfriando el líquido a una temperatura más baja a la presión dada. Al enfriar un líquido por debajo de la temperatura de saturación, se puede aumentar la capacidad frigorífica neta. El subenfriamiento mejora de este modo la capacidad de enfriamiento 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) o cuánto por debajo de su temperatura de saturación se enfría una composición líquida.

El término "sobrecalentamiento" define hasta qué punto por encima de la temperatura de saturación del vapor de una composición de vapor se calienta una composición de vapor. La temperatura de saturación del vapor es la temperatura a la que, si se enfría una composición de vapor, se forma la primera gota de líquido, también conocida como el "punto de rocío".

#### **Productos químicos, abreviaturas y acrónimos**

**CFC:** clorofluorocarbono

**HFC:** hidrofluorocarburo

**HCFC:** hidroclofluorocarbono

**HFO:** hidrofluoroolefina

**R-134a:** 1,1,1,2-tetrafluoroetano

**R-22:** clorodifluorometano

**R-32:** difluorometano

**R-410A:** mezcla de 50 % de difluorometano (R-32) y 50 % de pentafluoroetano (R-125)

**CAP:** capacidad de enfriamiento (o calefacción)

**COP:** coeficiente de rendimiento

**GWP:** potencial de calentamiento global

**ODP:** potencial de agotamiento del ozono

*Composiciones ilustrativas para sustituir el R-410A*

## ES 3 015 465 T3

En algunas realizaciones, la composición comprende:

de aproximadamente 34 a aproximadamente 42 por ciento en peso de difluorometano (R-32);

5 de aproximadamente 1 a aproximadamente 4 por ciento en peso de 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a); y

de aproximadamente 57 a aproximadamente 65 por ciento en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).

En algunas realizaciones, la composición comprende:

10

de aproximadamente 39 a aproximadamente 41 por ciento en peso de difluorometano (R-32);

de aproximadamente 1 a aproximadamente 3 por ciento en peso de 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a); y

15

de aproximadamente 57 a aproximadamente 59 por ciento en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).

En algunas realizaciones, la composición comprende:

20

aproximadamente 40 por ciento en peso de difluorometano (R-32);

aproximadamente 2 por ciento en peso de 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a); y

aproximadamente 58 por ciento en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).

25

En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un GWP inferior a aproximadamente 400, menos de aproximadamente 300, menos de aproximadamente 250, menos de aproximadamente 200, menos de aproximadamente 100, menos de aproximadamente 50 o menos de aproximadamente 10. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un GWP inferior a 300 aproximadamente. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un GWP inferior a 250 aproximadamente.

30

En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un GWP de aproximadamente 200 a aproximadamente 350, de aproximadamente 200 a aproximadamente 300, de aproximadamente 200 a aproximadamente 250, de aproximadamente 250 a aproximadamente 400, de aproximadamente 250 a aproximadamente 350, de aproximadamente 250 a aproximadamente 300, de aproximadamente 300 a aproximadamente 400 o de aproximadamente 300 a aproximadamente 350.

35

En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un GWP de aproximadamente 300 a aproximadamente 375. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un GWP de aproximadamente 300 a aproximadamente 350. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un GWP de aproximadamente 250 a aproximadamente 350. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un GWP de aproximadamente 250 a aproximadamente 300.

40

45 En algunas realizaciones, la composición se selecciona del grupo de composiciones proporcionadas en la Tabla 1A.

En algunas realizaciones, la composición se selecciona del grupo de composiciones proporcionadas en la Tabla 1B. En algunas realizaciones, la composición se selecciona del grupo de composiciones proporcionadas en la Tabla 1B que tienen un GWP de aproximadamente 244 a aproximadamente 292. En algunas realizaciones, la composición se selecciona del grupo de composiciones proporcionadas en la Tabla 1B que tienen un GWP de aproximadamente 244 a aproximadamente 280. En algunas realizaciones, la composición se selecciona del grupo de composiciones proporcionadas en la Tabla 1B que tienen un GWP de aproximadamente 244 a aproximadamente 273. En algunas realizaciones, la composición se selecciona del grupo de composiciones proporcionadas en la Tabla 1B que tienen un GWP de aproximadamente 244 a aproximadamente 265. En algunas realizaciones, la composición se selecciona del grupo de composiciones proporcionadas en la Tabla 1B que tienen un GWP de aproximadamente 244 a aproximadamente 259.

50

55

### *Métodos de uso*

60

Las composiciones proporcionadas en el presente documento pueden actuar como un fluido de trabajo utilizado para transportar calor de una fuente de calor a un disipador de calor. Dichas composiciones de transferencia de calor también pueden ser útiles como refrigerante en un ciclo en donde el fluido experimenta un cambio de fase; es decir, de líquido a gas y al revés, o viceversa. Los ejemplos de sistemas de transferencia de calor incluyen, pero sin limitación, aires acondicionados, congeladores, refrigeradores, bombas de calor, enfriadores de agua, enfriadores de evaporador inundados, enfriadores de expansión directa, cámaras frigoríficas, bombas de calor de alta temperatura, refrigeradores móviles, unidades móviles de aire acondicionado, sistemas de enfriamiento por inmersión, sistemas de enfriamiento

65

de centros de datos y combinaciones de los mismos. En consecuencia, la presente solicitud proporciona un sistema de transferencia de calor (por ejemplo, un aparato de transferencia de calor) como se describe en el presente documento, que comprende una composición proporcionada en el presente documento. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento es útil como fluido de trabajo (por ejemplo, un fluido de trabajo para aplicaciones de refrigeración o calefacción) en el aparato de transferencia de calor. En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento son útiles en un aparato o sistema que comprende una bomba de calor de alta temperatura. En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura comprende un compresor centrífugo. En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento son útiles en un aparato o sistema que comprende un aparato enfriador. En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento son útiles en un aparato o sistema que comprende un aparato enfriador centrífugo. En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento son útiles en una bomba de calor centrífuga de alta temperatura.

Los sistemas de refrigeración mecánica por compresión de vapor, aire acondicionado y bomba de calor incluyen un evaporador, un compresor, un condensador y un dispositivo de expansión. Un ciclo de refrigeración reutiliza refrigerante en múltiples etapas produciendo un efecto de enfriamiento en una etapa y un efecto de calentamiento en una etapa diferente. El ciclo puede describirse de la siguiente manera: El refrigerante líquido entra un evaporador a través de un dispositivo de expansión y el refrigerante líquido hierve en el evaporador, extrayendo calor del ambiente, a baja temperatura para formar un gas y producir enfriamiento. Con frecuencia, el aire o un fluido de transferencia de calor fluye sobre o alrededor del evaporador para transferir el efecto de enfriamiento provocado por la evaporación del refrigerante en el evaporador a un cuerpo que ha de enfriarse. El gas a baja presión entra en un compresor donde se comprime el gas para elevar su presión y temperatura. El refrigerante gaseoso de mayor presión (comprimido) entra en el condensador en el que el refrigerante se condensa y descarga su calor al medio ambiente. El refrigerante regresa al dispositivo de expansión a través del cual el líquido se expande desde el nivel de presión más alto en el condensador hasta el nivel de presión bajo en el evaporador, repitiendo así el ciclo.

Un cuerpo que ha de enfriarse o calentarse puede definirse como cualquier espacio, ubicación, objeto o cuerpo al que se desea proporcionar enfriamiento o calentamiento. Los ejemplos incluyen espacios (abiertos o cerrados) que requieren aire acondicionado, refrigeración o calefacción, tales como una habitación, un apartamento o edificio, tal como un edificio de apartamentos, dormitorio universitario, casa adosada u otra casa anexa o casa unifamiliar, hospitales, edificios de oficinas, supermercados, aulas de colegios o universidades o edificios administrativos y compartimientos de pasajeros de automóviles o camiones. Adicionalmente, un cuerpo que ha de enfriarse puede incluir dispositivos electrónicos, tales como equipos informáticos, unidades centrales de procesamiento (CPU, por sus siglas en inglés), centros de datos, bancos de servidores y ordenadores personales, entre otros.

Por "en las proximidades de" se entiende que el evaporador del sistema que contiene el refrigerante está ubicado dentro o junto al cuerpo a enfriar, de manera que el aire que se mueve sobre el evaporador entraría en o alrededor del cuerpo que ha de enfriarse. En el proceso para producir calentamiento, "en las proximidades de" significa que el condensador del sistema que contiene el refrigerante está ubicado dentro o junto al cuerpo que se va a calentar, de manera que el aire que se mueve sobre el evaporador entraría en o alrededor del cuerpo que ha de calentarse. En algunas realizaciones, para transferencia de calor, "en las proximidades de" puede significar que el cuerpo que ha de enfriarse está sumergido directamente en la composición de transferencia de calor o tubos que contienen composiciones de transferencia de calor colocados dentro y fuera del equipo electrónico, por ejemplo.

Los sistemas de refrigeración de ejemplo incluyen, pero sin limitación, equipos incluyendo refrigeradores y congeladores comerciales, industriales o residenciales, máquinas de hielo, enfriadores y congeladores autónomos, máquinas expendedoras, enfriadores de evaporador inundados, enfriadores de expansión directa, enfriador de agua, enfriadores centrífugos, cámaras frigoríficas y de congelación y de fácil acceso, y sistemas combinados. En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento pueden usarse en sistemas de refrigeración de supermercados. Adicionalmente, las aplicaciones estacionarias pueden utilizar un sistema de circuito secundario que usa un refrigerante primario para producir enfriamiento en una ubicación que se transfiere a una ubicación remota a través de un fluido de transferencia de calor secundario.

En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento son útiles en sistemas móviles de transferencia de calor, incluyendo sistemas o aparatos de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor. En algunas realizaciones, las composiciones son útiles en sistemas fijos de transferencia de calor, incluyendo sistemas o aparatos de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor.

Como se usan en el presente documento, los sistemas móviles de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor se refieren a cualquier aparato de refrigeración, acondicionador de aire o bomba de calor incorporado en una unidad de transporte por carretera, ferrocarril, mar o aire. Los sistemas móviles de aire acondicionado o bombas de calor pueden usarse en automóviles, camiones, vagones u otros sistemas de transporte. La refrigeración móvil puede incluir refrigeración de transporte en camiones, aviones o vagones de ferrocarril. Además, los aparatos destinados a proporcionar refrigeración a un sistema independiente de cualquier vehículo en movimiento, conocidos como sistemas "intermodales", están incluidos en las presentes invenciones. Dichos sistemas intermodales incluyen "contenedores" (transporte combinado marítimo/terrestre) así como "cajas móviles" (transporte combinado por carretera y ferrocarril).

- Como se usan en el presente documento, los sistemas estacionarios de aire acondicionado o bomba de calor son sistemas que están fijos en un lugar durante el funcionamiento. Un sistema estacionario de aire acondicionado o bomba de calor puede asociarse dentro o adjuntarse a edificios de cualquier tipo. Estas aplicaciones estacionarias
- 5 pueden bombas estacionarias de aire acondicionado y de calor, incluyendo, pero sin limitación, enfriadores, bombas de calor, incluyendo bombas de calor residenciales y de alta temperatura, sistemas de aire acondicionado residenciales, comerciales o industriales, e incluyendo aquellos de ventana, sin conductos, con conductos, terminales empacquetados y aquellos exteriores, pero conectados al edificio, tales como los sistemas de techo.
- 10 La transferencia de calor estacionaria puede referirse a sistemas para enfriar dispositivos electrónicos, tales como sistemas de enfriamiento por inmersión, sistemas de enfriamiento por sumersión, sistemas de enfriamiento por cambio de fase, sistemas de enfriamiento de centros de datos o simplemente sistemas de enfriamiento de líquidos.
- En algunas realizaciones, se proporciona un método para usar las presentes composiciones como fluido de transferencia de calor. El método comprende transportar dicha composición de una fuente de calor a un disipador de calor.
- 15 En algunas realizaciones, se proporciona un método para producir enfriamiento, que comprende evaporar cualquiera de los presentes compuestos o composiciones en las proximidades de un cuerpo que ha de enfriarse, y posteriormente condensar dicha composición.
- 20 En algunas realizaciones, se proporciona un método para producir calentamiento que comprende condensar cualquiera de las presentes composiciones en las proximidades de un cuerpo que ha de calentarse y posteriormente evaporar dichas composiciones.
- 25 En algunas realizaciones, la composición es para su uso en transferencia de calor, en donde el fluido de trabajo es un componente de transferencia de calor.
- En algunas realizaciones, las composiciones de la invención son para su uso en refrigeración o aire acondicionado.
- 30 En algunas realizaciones, las composiciones de la presente invención pueden ser útiles para reducir o eliminar la inflamabilidad de los refrigerantes inflamables proporcionados en el presente documento. En algunas realizaciones, la presente solicitud proporcionada en el presente documento es un método para reducir la inflamabilidad de un refrigerante inflamable que comprende añadir una composición que comprende una composición como se describe en el presente documento a un refrigerante inflamable.
- 35 Las composiciones proporcionadas en el presente documento pueden ser útiles como reemplazo de un refrigerante utilizado actualmente ("existente"). Como se usan en el presente documento, se entenderá que la expresión "refrigerante existente" significa el refrigerante para el que se diseñó el funcionamiento del sistema de transferencia de calor, o el refrigerante que reside en el sistema de transferencia de calor. En la presente solicitud, el refrigerante existente es R-410A.
- 40 Con frecuencia, los refrigerantes de reemplazo son más útiles si pueden usarse en el equipo de refrigeración original diseñado para un refrigerante diferente, por ejemplo, con modificaciones mínimas o nulas del sistema. En muchas aplicaciones, algunas realizaciones de las composiciones desveladas son útiles como refrigerantes y proporcionan un rendimiento de enfriamiento (es decir, capacidad de enfriamiento) al menos comparable al del refrigerante para el que se busca un reemplazo.
- 45 En algunas realizaciones, el refrigerante de reemplazo proporcionado en el presente documento (es decir, una composición proporcionada en el presente documento) presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 1$  % a aproximadamente  $\pm 20$  % de la capacidad de enfriamiento del R-410A. En algunas realizaciones, el refrigerante de reemplazo proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 20$  % de la capacidad de enfriamiento del R-410A. En algunas realizaciones, el refrigerante de reemplazo proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 15$  % de la capacidad de enfriamiento del R-410A. En algunas realizaciones, el refrigerante de reemplazo proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 10$  % de la capacidad de enfriamiento del R-410A. En algunas realizaciones, el refrigerante de reemplazo proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 5$  % de la capacidad de enfriamiento del R-410A. En algunas realizaciones, el refrigerante de reemplazo proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 3$  % de la capacidad de enfriamiento del R-410A.
- 50 En algunas realizaciones, el refrigerante de reemplazo proporcionado en el presente documento (es decir, una composición proporcionada en el presente documento) presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 3$  % a aproximadamente  $\pm 20$  % de la capacidad de enfriamiento de R-410A y tiene un GWP inferior a aproximadamente 750. En algunas realizaciones, el refrigerante de reemplazo proporcionado en el presente
- 55
- 60
- 65

documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 3\%$  a aproximadamente  $\pm 20\%$  de la capacidad de enfriamiento de R-410A y tiene un GWP inferior a aproximadamente 400. En algunas realizaciones, el refrigerante de reemplazo proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 3\%$  a aproximadamente  $\pm 20\%$  de la capacidad de enfriamiento de R-410A y tiene un GWP inferior a aproximadamente 250. En algunas realizaciones, el refrigerante de reemplazo proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 3\%$  a aproximadamente  $\pm 20\%$  de la capacidad de enfriamiento de R-410A y tiene un GWP inferior a aproximadamente 150. En algunas realizaciones, el refrigerante de reemplazo proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 5\%$  de la capacidad de enfriamiento de R-410A y tiene un GWP inferior a aproximadamente 150.

En algunas realizaciones, el método comprende reemplazar el refrigerante presente R-410A en una bomba de calor de alta temperatura con una composición refrigerante de reemplazo proporcionada en el presente documento. En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura es una bomba de calor de alta temperatura centrífuga.

En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura comprende un condensador que funciona a una temperatura superior a aproximadamente  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura comprende un condensador que funciona a una temperatura superior a aproximadamente  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura comprende un condensador que funciona a una temperatura superior a aproximadamente  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura comprende un condensador que funciona a una temperatura superior a aproximadamente  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

En algunas realizaciones, la presente solicitud proporciona un método para mejorar la eficiencia energética de un sistema o aparato de transferencia de calor que comprende un refrigerante existente, que comprende reemplazar sustancialmente el refrigerante existente con una composición de refrigerante de reemplazo proporcionada en el presente documento, mejorando de este modo la eficiencia del sistema de transferencia de calor. En algunas realizaciones, el sistema de transferencia de calor es un sistema enfriador o aparato enfriador proporcionado en el presente documento.

En algunas realizaciones se proporciona un método para hacer funcionar un sistema de transferencia de calor o para transferir calor que está diseñado para funcionar con un refrigerante existente cargando un sistema vacío con una composición de la presente invención, o reemplazando sustancialmente dicho refrigerante existente con una composición de la presente invención.

Como se usan en el presente documento, se entenderá que la expresión "reemplazar sustancialmente" significa permitir que el refrigerante existente se drene del sistema, o bombear el refrigerante existente desde el sistema y después cargar el sistema con una composición de la presente invención. El sistema puede lavarse abundantemente con una o más cantidades del refrigerante de reemplazo antes de cargarlo. Se comprenderá que, en algunas realizaciones, puede haber presente una pequeña cantidad del refrigerante existente en el sistema después de que el sistema se haya cargado con la composición de la presente invención.

En otra realización se proporciona un método para recargar un sistema de transferencia de calor que contiene un refrigerante existente y un lubricante, comprendiendo dicho método retirar sustancialmente el refrigerante existente del sistema de transferencia de calor mientras se conserva una porción sustancial del lubricante en dicho sistema e introducir una de las presentes composiciones en el sistema de transferencia de calor. En algunas realizaciones, el lubricante en el sistema se reemplaza parcialmente.

En algunas realizaciones, las composiciones de la presente invención pueden usarse para completar una carga de refrigerante en un enfriador. Por ejemplo, si un enfriador que usa R-410A tiene un rendimiento disminuido debido a una fuga de refrigerante, las composiciones desveladas en el presente documento pueden añadirse para que el rendimiento vuelva a estar a la altura de las especificaciones.

En algunas realizaciones, se proporciona un sistema de intercambio de calor que contiene cualquiera de las composiciones desveladas actualmente, en donde dicho sistema se selecciona del grupo que consiste en aires acondicionados, congeladores, refrigeradores, bombas de calor, enfriadores de agua, enfriadores de evaporador inundados, enfriadores de expansión directa, cámaras frigoríficas, bombas de calor, refrigeradores móviles, unidades móviles de aire acondicionado y sistemas que tienen combinaciones de los mismos. Adicionalmente, las composiciones proporcionadas en el presente documento pueden ser útiles en sistemas de circuito secundario en donde estas composiciones sirven como refrigerante principal proporcionando por lo tanto enfriamiento a un fluido de transferencia de calor secundario que enfría de este modo una ubicación remota.

Las composiciones de la presente invención pueden tener cierto deslizamiento de temperatura en los intercambiadores de calor. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos, por ejemplo, aproximadamente  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos, aproximadamente  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos, aproximadamente  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos, aproximadamente  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos, aproximadamente  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos, aproximadamente  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos o aproximadamente  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos. En algunas realizaciones, la

composición presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 10 °C o menos. En algunas realizaciones, la composición presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 7 °C o menos. En algunas realizaciones, la composición presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 5 °C o menos. En algunas realizaciones, la composición presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 2 °C o menos. En algunas realizaciones, la composición presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 1 °C o menos.

En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 0,1 °C a aproximadamente 15 °C. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 0,5 °C a aproximadamente 15 °C. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 0,5 °C a aproximadamente 10 °C. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 0,5 °C a aproximadamente 8 °C. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 0,5 °C a aproximadamente 7 °C. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 0,5 °C a aproximadamente 5 °C. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 0,5 °C a aproximadamente 3 °C. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 0,5 °C a aproximadamente 2 °C. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento presenta un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 0,5 °C a aproximadamente 1 °C.

Por lo tanto, los sistemas pueden funcionar más eficientemente si los intercambiadores de calor funcionan en modo a contracorriente o en modo de corriente cruzada con tendencia a contracorriente. La tendencia a contracorriente significa que cuanto más se acerque el intercambiador de calor al modo a contracorriente, más eficiente será la transferencia de calor. Por lo tanto, los intercambiadores de calor de aire acondicionado, en particular, los evaporadores, se diseñan para proporcionar cierto aspecto de tendencia a contracorriente.

Por lo tanto, en el presente documento se proporciona un sistema de aire acondicionado o bomba de calor en donde dicho sistema incluye uno o más intercambiadores de calor (evaporadores, condensadores o ambos) que funcionan en modo a contracorriente o modo de corriente cruzada con tendencia a contracorriente.

En algunas realizaciones, en el presente documento se proporciona un sistema de refrigeración en donde dicho sistema incluye uno o más intercambiadores de calor (evaporadores, condensadores o ambos) que funcionan en modo a contracorriente o modo de corriente cruzada con tendencia a contracorriente.

En algunas realizaciones, el sistema de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor es un sistema estacionario de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor. En algunas realizaciones, el sistema de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor es un sistema móvil de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor.

Adicionalmente, en algunas realizaciones, las composiciones desveladas pueden actuar como refrigerantes primarios en sistemas de circuito secundario que proporcionan enfriamiento a ubicaciones remotas mediante el uso de un fluido de transferencia de calor secundario, que puede comprender agua, una solución acuosa de sal (por ejemplo, cloruro de calcio), un glicol, dióxido de carbono o un fluido de hidrocarburo fluorado (es decir, un HFC, HCFC, hidrofluoroolefina ("HFO"), hidroclorofluoroolefina ("HCFO"), clorofluoroolefina ("CFO") o perfluorocarbono ("PFC"). En este caso, el fluido de transferencia de calor secundario es el cuerpo que ha de enfriarse ya que está adyacente al evaporador y se enfría antes de desplazarse a un segundo cuerpo remoto que ha de enfriarse. En algunas realizaciones, las composiciones descritas pueden actuar como fluido secundario de transferencia de calor, transfiriendo o proporcionando de este modo enfriamiento (o calentamiento) a la ubicación remota.

En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento comprenden además uno o más componentes no refrigerantes (también denominados en el presente documento aditivos) seleccionados entre el grupo que consiste en lubricantes, colorantes (incluyendo colorantes UV), agentes solubilizantes, compatibilizadores, estabilizantes, trazadores, perfluoropoliéteres, agentes antidesgaste, agentes para presión extrema, inhibidores de la corrosión y la oxidación, inhibidores de la polimerización, reductores de energía de superficie metálica, desactivadores de superficies metálicas, secuestrantes de radicales libres, agentes reguladores de espuma, mejoradores del índice de viscosidad, depresores del punto de vertido, detergentes, ajustadores de la viscosidad y mezclas de los mismos. De hecho, muchos de estos componentes no refrigerantes opcionales encajan en una o más de estas categorías y pueden tener cualidades que se prestan para conseguir una o más características de rendimiento.

En algunas realizaciones, uno o más componentes no refrigerantes están presentes en cantidades pequeñas con respecto a la composición global. En algunas realizaciones, la cantidad de concentración del uno o más aditivos en las composiciones divulgadas varía de menos de aproximadamente el 0,1 por ciento en peso a aproximadamente el 5 por ciento en peso de la composición total. En algunas realizaciones de la presente invención, los aditivos están presentes en las composiciones desveladas en una cantidad entre aproximadamente el 0,1 por ciento en peso y

## ES 3 015 465 T3

aproximadamente el 5 por ciento en peso de la composición total o en una cantidad entre aproximadamente el 0,1 por ciento en peso y aproximadamente el 3,5 por ciento en peso. El uno o más componentes aditivos seleccionados para la composición desvelada se seleccionan basándose en la utilidad y/o los componentes del equipo individual o los requisitos del sistema.

5 En una realización, el lubricante se selecciona del grupo que consiste en aceites minerales, alquilbenceno, ésteres de poliol, polialquilenglicoles, éteres de polivinilo, policarbonatos, perfluoropoliéteres, siliconas, ésteres de silicato, ésteres de fosfato, parafinas, naftenos, polialfa-olefinas y combinaciones de los mismos.

10 Los lubricantes como se desvelan en el presente documento pueden ser lubricantes comercializados. Por ejemplo, el lubricante puede ser aceite mineral parafínico, comercializado por BVA Oils como BVM 100 N, aceites minerales nafténicos comercializados por Crompton Co. con las marcas comerciales Suniso® 1GS, Suniso® 3GS y Suniso® 5GS, aceite mineral nafténico comercializado por Pennzoil con la marca registrada Sontex® 372LT, aceite mineral nafténico comercializado por Calumet Lubricants con la marca registrada Calumet® RO-30, alquilbencenos lineales  
15 comercializados por Shrieve Chemicals con las marcas comerciales Zerol® 75, Zerol® 150 y Zerol® 500 y alquilbenceno ramificado comercializado por Nippon Oil como HAB 22, ésteres de poliol (POE) comercializados con la marca registrada Castrol® 100 por Castrol, Reino Unido, polialquilenglicoles (PAG) tales como RL-488A de Dow (Dow Chemical, Midland, Michigan) y mezclas de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los lubricantes desvelados en este párrafo.

20 A pesar de las relaciones en peso anteriores para las composiciones desveladas en el presente documento, se entiende que en algunos sistemas de transferencia de calor, aunque se usa la composición, puede adquirirse 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 y bomba de calor, pueden cargarse lubricantes en el compresor y/o el  
25 cárter de lubricante del compresor. Dicho lubricante sería adicional a cualquier aditivo lubricante presente en el refrigerante en un sistema de este tipo. Durante el uso, el refrigerante cuando está en el compresor puede recoger una cantidad del lubricante del equipo para cambiar la composición refrigerante-lubricante de la relación inicial.

30 El componente no refrigerante utilizado con las composiciones de la presente invención puede incluir al menos un colorante. El colorante puede ser al menos un colorante ultravioleta (UV). Como se usan en el presente documento, el colorante "ultravioleta" se define como una composición UV fluorescente o fosforescente que absorbe la luz en la región ultravioleta o "cercana" al ultravioleta del espectro electromagnético. Puede detectarse la fluorescencia producida por el colorante fluorescente UV con iluminación por una luz UV que emite al menos algo de radiación con una longitud de onda en el intervalo de 10 nanómetros a aproximadamente 775 nanómetros.

35 El colorante UV es un componente útil para detectar fugas de la composición al permitir que se observe la fluorescencia del colorante en o en las proximidades de un punto de fuga en un aparato (por ejemplo, unidad de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor). La emisión de UV, por ejemplo, la fluorescencia del colorante puede observarse con una luz ultravioleta. Por lo tanto, si una composición que contiene un colorante UV de este tipo se fuga desde un  
40 punto dado en un aparato, la fluorescencia puede detectarse en el punto de fuga o en las proximidades del punto de fuga.

45 En algunas realizaciones, el colorante UV puede ser un colorante fluorescente. En algunas realizaciones, el colorante fluorescente se selecciona del grupo que consiste en naftalimidias, perilenos, cumarinas, antracenos, fenantracenos, xantenos, tioxantenos, naftoxantenos, fluoresceínas y derivados de dicho colorante, y combinaciones de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los colorantes anteriores o sus derivados desvelados en este párrafo.

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

60 En algunas realizaciones, el componente no refrigerante comprende al menos un compatibilizador para mejorar la compatibilidad de uno o más lubricantes con las composiciones desveladas. El compatibilizador puede seleccionarse del grupo que consiste en hidrocarburos, éteres de hidrocarburos, éteres de polioxialquilenglicol (por ejemplo, dipropilenglicol dimetil éter), amidas, nitrilos, cetonas, clorocarbonos (tales como cloruro de metileno, tricloroetileno, cloroformo o mezclas de los mismos), ésteres, lactonas, éteres aromáticos, fluoroéteres, 1,1,1-trifluoroalcanos y mezclas de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los compatibilizadores desvelados en este párrafo.

65 El agente solubilizante y/o compatibilizador puede seleccionarse del grupo que consiste en éteres de hidrocarburos que consisten en éteres que contienen solo carbono, hidrógeno y oxígeno, tales como dimetil éter (DME) y mezclas

de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los éteres de hidrocarburos desvelados en este párrafo.

El compatibilizador puede ser un compatibilizador hidrocarburo cíclico, alifático y/o aromático que contiene de 3 a 15 átomos de carbono. El compatibilizador puede ser al menos un hidrocarburo, que puede seleccionarse del grupo que consiste en al menos propanos, incluyendo propileno y propano, butanos, incluyendo n-butano e isobuteno, pentanos, incluyendo n-pentano, isopentano, neopentano y ciclopentano, hexanos, octanos, nonanos y decanos, entre otros. Los compatibilizadores de hidrocarburos comercializados incluyen, pero sin limitación, los de Exxon Chemical (EE. UU.) comercializados con las marcas registradas Isopar<sup>®</sup> H, una mezcla de undecano (C<sub>11</sub>) y dodecano (C<sub>12</sub>) (un isoparafínico de C<sub>11</sub> a C<sub>12</sub> de gran pureza), Aromático 150 (un aromático C<sub>9</sub> a C<sub>11</sub>) (Aromático 200 (un aromático C<sub>9</sub> a C<sub>15</sub>) y Nafta 140 (una mezcla de parafinas C<sub>5</sub> a C<sub>11</sub>, naftenos e hidrocarburos aromáticos) y mezclas de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los hidrocarburos desvelados en este párrafo.

Como alternativa, el compatibilizador puede ser al menos un compatibilizador polimérico. El compatibilizador polimérico puede ser un copolímero aleatorio de acrilatos fluorados y no fluorados, en donde el polímero comprende unidades repetidas 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 donde X es oxígeno o azufre; R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup> y R<sup>5</sup> se seleccionan independientemente del 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 seleccionan independientemente del grupo que consiste en radicales a base de cadenas de carbono que contienen C y F, y pueden contener además H, Cl, éter, oxígeno, o azufre en forma de grupos tioéter, sulfóxido o sulfona y mezclas de los mismos. Los ejemplos de dichos compatibilizadores poliméricos incluyen aquellos comercializados por E. I. du Pont de Nemours and Company, (Wilmington, DE, 19898, EE. UU.) con la marca registrada Zonyl<sup>®</sup> PHS. Zonyl<sup>®</sup> PHS es un copolímero aleatorio fabricado por polimerización del 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 fluorometacrilato de Zonyl<sup>®</sup>, o ZFM) en donde m es de 1 a 12, principalmente de 2 a 8, y el 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 algunas realizaciones, el componente compatibilizador contiene de aproximadamente el 0,01 al 30 por ciento en peso (basado en la cantidad total de compatibilizador) de un aditivo que reduce la energía superficial del cobre metálico, aluminio, acero u otros metales y aleaciones metálicas de los mismos que se encuentran en los intercambiadores de calor de una manera que reduce la adherencia de los lubricantes al metal. Los ejemplos de aditivos reductores de la energía superficial del metal incluyen los comercializados por DuPont con las marcas registradas Zonyl<sup>®</sup> FSA, Zonyl<sup>®</sup> FSP y Zonyl<sup>®</sup> FSJ.

Otro componente no refrigerante que puede usarse con las composiciones de la presente invención puede ser un desactivador de superficies metálicas. El desactivador de superficies metálicas se selecciona entre el grupo que consiste en hidrazida de areoxalil bis (bencilideno) (n.º de registro CAS 6629-10-3), N,N'-bis(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxihidrocinaoil)hidrazina (n.º de registro CAS 32687-78-8), 2,2,' -oxamidobis-etil-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxihidrocinaoil) (n.º de registro CAS 70331-94-1), N,N'-(disaliclideno)-1,2-diaminopropano (n.º de registro CAS 94-91-7) y ácido etilendiaminotetraacético (n.º de registro CAS 60-00-4) y sus sales, y mezclas de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los desactivadores de superficies metálicas desvelados en este párrafo.

El componente no refrigerante utilizado con las composiciones de la presente invención puede ser, como alternativa, un estabilizador seleccionado del grupo que consiste en fenoles impedidos, tiofosfatos, trifenilfosforotionatos butilados, organofosforados, o fosfitos, éteres de arilalquilo, terpenos, terpenoides, epóxidos, epóxidos fluorados, oxetanos, ácido ascórbico, tioles, lactonas, tioéteres, aminas, nitrometano, alquilsilanos, derivados de benzofenona, sulfuros de arilo, ácido diviniltereftálico, ácido difeniltereftálico, hidrazonas, tales como acetaldehído dimetilhidrazona, líquidos iónicos y mezclas de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los estabilizadores desvelados en este párrafo. Los estabilizadores de terpeno o terpenoide pueden incluir farneseno. Los estabilizadores de fosfito pueden incluir fosfito de difenilo.

El estabilizador se puede seleccionar del grupo que consiste en tocoferol; hidroquinona; *t*-butil hidroquinona; monotiofosfatos; y ditiofosfatos, comercializados por Ciba Specialty Chemicals, Basilea, Suiza, a continuación en el presente documento "Ciba", con la marca Irgalube<sup>®</sup> 63; ésteres de dialquiltiofosfato, comercializados por Ciba con las marcas registradas Irgalube<sup>®</sup> 353 e Irgalube<sup>®</sup> 350, respectivamente; trifenilfosforotionatos butilados, comercializados por Ciba con la marca registrada Irgalube<sup>®</sup> 232; fosfatos de amina, comercializados por Ciba con la marca registrada Irgalube<sup>®</sup> 349 (Ciba); fosfitos impedidos, comercializados por Ciba como Irgafos<sup>®</sup> 168 y Tris-(di-*terc*-butilfenil)fosfito, comercializados por Ciba con la marca registrada Irgafos<sup>®</sup> OPH; (Fosfito de di-*n*-octilo); y fosfito de iso-decildifenilo, comercializados por Ciba con la marca registrada Irgafos<sup>®</sup> DDPP; fosfatos de trialquilo, tales como fosfato de trimetilo, fosfato de trietilo, fosfato de tributilo, fosfato de triocitilo y fosfato de tri(2-etilhexilo); fosfatos de triarilo, incluyendo fosfato de trifenilo, fosfato de tricresilo y fosfato de trixilenilo; y fosfatos de alquil-arilo mixtos incluyendo fosfato de isopropilfenilo (IPPP) y fosfato de bis(*t*-butilfenil)fenilo (TBPP); trifenilfosfatos butilados, tales como los comercializados con la marca registrada Syn-O-Ad<sup>®</sup> incluyendo Syn-O-Ad<sup>®</sup> 8784; *terc*-fosfatos de trifenilo butilados tales como los comercializados con la marca registrada Durad<sup>®</sup>620; fosfatos de trifenilo isopropilados tales como los comercializados con las marcas registradas Durad<sup>®</sup> 220 y Durad<sup>®</sup>110; anisol; 1,4-dimetoxibenceno; 1,4-dietoxibenceno; 1,3,5-trimetoxibenceno; mirceno, aloocimeno, limoneno (en particular, d-limoneno); retinal; pineno (□ o □); mentol; geraniol; farnesol; fitol; vitamina A; terpineno; delta-3-careno; terpinoleno; felandreno; fencheno; dipenteno; carotenoides, tales como licopeno, betacaroteno y xantofilas, tales como zeaxantina; retinoides, tales como hepaxantina e isotretinoína;

bornano; óxido de 1,2-propileno; óxido de 1,2-butileno; éter de n-butilglicidilo; 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 (metil mercaptano); etanotiol (etil mercaptano); coenzima A; ácido dimercaptosuccínico (DMSA); mercaptano de pomelo ((R)-2-(4-metilciclohex-3-enil)propano-2-tiol)); cisteína (ácido (R)-2-amino-3-sulfanil-propanoico); lipoamida (1,2-ditiolano-3-pentanamida); 5,7-bis(1,1-dimetiletil)-3-[2,3 (o 3,4)-dimetilfenil]-2(3H)-benzofuranona, comercializada por Ciba con la marca registrada Irganox® HP-136; sulfuro de bencilfenilo; sulfuro de difenilo; diisopropilamina; 3,3'-tiopropionato de dioctadecilo, comercializado por Ciba con la marca registrada Irganox® PS 802 (Ciba); 3,3'-tiopropionato de didodecilo, comercializado por Ciba con la marca registrada Irganox® PS 800; di-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)sebacato, comercializado por Ciba con la marca registrada Tinuvin® 770; poli-(N-hidroxietil-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxi-piperidilsuccinato, comercializado por Ciba con la marca registrada Tinuvin® 622LD (Ciba); bis amina de sebo de metilo; bis amina de sebo; fenol-alfa-naftilamina; bis(dimetilamino)metilsilano (DMAMS); tris(trimetilsilil)silano (TTMSS); viniltrióxosilano; viniltrimetoxisilano; 2,5-difluorobenzofenona; 2',5'-dihidroxiacetofenona; 2-aminobenzofenona; 2-clorobenzofenona; sulfuro de bencilfenilo; sulfuro de difenilo; disulfuro de dibencilo; líquidos iónicos; y mezclas y combinaciones de los mismos.

El aditivo utilizado con las composiciones de la presente invención puede ser como alternativa un estabilizador líquido iónico. El estabilizador líquido iónico puede seleccionarse del grupo que consiste en sales orgánicas que son líquidas a temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C), aquellas sales que contienen cationes seleccionados del grupo que consiste en piridinio, piridazinio, pirimidinio, pirazinio, imidazolio, pirazolío, tiazolio, oxazolío y triazolío y mezclas de los mismos; y aniones seleccionados del grupo que consiste en [BF<sub>4</sub>]-, [PF<sub>6</sub>]-, [SbF<sub>6</sub>]-, [CF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>]-, [HCF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>]-, [CF<sub>3</sub>HFCCF<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>]-, [HCClCF<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>]-, [(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N]-, [(CF<sub>3</sub>CF<sub>2</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N]-, [(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>C]-, [CF<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>]- y F<sup>-</sup>, y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, los estabilizadores de líquidos iónicos se seleccionan del grupo que consiste en emim BF<sub>4</sub> (tetrafluoroborato de 1-etil-3-metilimidazolío); bmim BF<sub>4</sub> (tetraborato de 1-butil-3-metilimidazolío); emim PF<sub>6</sub> (hexafluorofosfato de 1-etil-3-metilimidazolío); y bmim PF<sub>6</sub> (hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazolío), todos los cuales están comercializados por Fluka (Sigma-Aldrich).

En algunas realizaciones, el estabilizador puede ser un fenol impedido, que incluye cualquier compuesto fenólico sustituido, incluyendo fenoles que comprenden uno o más grupos sustituyentes alifáticos sustituidos o cíclicos, de cadena lineal o ramificados, tales como, monofenoles alquilados incluyendo 2,6-di-*terc*-butil-4-metilfenol; 2,6-di-*terc*-butil-4-etilfenol; 2,4-dimetil-6-*terc*-butilfenol; tocoferol; y similares, hidroquinona e hidroquinonas alquiladas, incluyendo la t-butil-hidroquinona, otros derivados de la hidroquinona; y similares, éteres de tiodifenilo hidroxilados, incluyendo 4,4'-tio-bis(2-metil-6-*terc*-butilfenol); 4,4'-tiobis(3-metil-6-*terc*-butilfenol); 2,2'-tiobis(4-metil-6-*terc*-butilfenol); y similares, alquilideno-bisfenoles incluyendo: 4,4'-metilénbis(2,6-di-*terc*-butilfenol); 4,4'-bis(2,6-di-*terc*-butilfenol); derivados de 2,2'- o 4,4-bifenoldioles; 2,2'-metilénbis(4-etil-6-*terc*-butilfenol); 2,2'-metilénbis(4-metil-6-*terc*-butilfenol); 4,4-butilidénbis(3-metil-6-*terc*-butilfenol); 4,4-isopropilidénbis(2,6-di-*terc*-butilfenol); 2,2'-metilénbis(4-metil-6-nonilfenol); 2,2'-isobutilidénbis(4,6-dimetilfenol); 2,2'-metilénbis(4-metil-6-ciclohexilfenol); 2,2'- o 4,4-bifenoldioles, incluyendo el 2,2'-metilénbis(4-etil-6-*terc*-butilfenol); hidroxitolueno butilado (BHT o 2,6-di-*terc*-butil-4-metilfenol), bisfenoles que comprenden heteroátomos incluyendo 2,6-di-*terc*-alfa-dimetilamino-p-cresol, 4,4'-tiobis(6-*terc*-butil-m-cresol); y similares; acilaminofenoles; 2,6-di-*terc*-butil-4(N,N'-dimetilaminometilfenol); sulfuros incluyendo; bis(3-metil-4-hidroxil-5-*terc*-butilbencil)sulfuro; bis(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencil)sulfuro y mezclas de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los fenoles desvelados en este párrafo.

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

El trazador puede seleccionarse del grupo que consiste en hidrofluorocarbonos (HFC), hidrofluorocarbonos deuterados, perfluorocarbonos, fluoroéteres, compuestos bromados, compuestos yodados, alcoholes, aldehídos y cetonas, óxido nitroso y combinaciones de los mismos. Como alternativa, el trazador puede seleccionarse del grupo que consiste en trifluorometano (HFC-23), fluoroetano (HFC-161), 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ca), 1,1,1,2,2,3-hexafluoropropano (HFC-236cb), 1,1,1,2,3,3-hexafluoropropano (HFC-236ea), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (HFC-245cb), 1,1,2,2-tetrafluoropropano (HFC-254cb), 1,1,1,2-tetrafluoropropano (HFC-254eb), 1,1,1-trifluoropropano (HFC-263fb), 2,2-difluoropropano (HFC-272ca), 2-fluoropropano (HFC-281ea), 1-fluoropropano (HFC-281fa), 1,1,1,2,2,3,3,4-nonfluorobutano (HFC-329p), 1,1,1-trifluoro-2-metilpropano (HFC-329mmz), 1,1,1,2,2,4,4,4-octafluorobutano (HFC-338mf), 1,1,2,2,3,3,4,4-octafluorobutano (HFC-338pcc), 1,1,1,2,2,3,3-heptafluorobutano (HFC-347s), hexafluoroetano (perfluoroetano, PFC-116), perfluorociclopropano (PFC-C216), perfluoropropano (PFC-218), perfluorociclobutano (PFC-C318), perfluorobutano (PFC-31-10mc), perfluoro-2-metilpropano (CF<sub>3</sub>FC(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), perfluoro-1,3-dimetilciclobutano (PFC-C51-12mym), trans-perfluoro-2,3-dimetilciclobutano (PFC-C51-12mym, trans), cis-perfluoro-2,3-dimetilciclobutano (PFC-C51-12mym, cis), perfluorometilciclopentano, perfluorometilciclohexano, perfluorodimetilciclohexano (*orto*, *meta* o *para*), perfluoroetilciclohexano, perfluoroindano, perfluorotrimetilciclohexano e isómeros de los mismos,

perfluoroisopropilciclohexano, cis-perfluorodecalina, trans-perfluorodecalina, cis o trans-perfluorometildecalina y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, el trazador es una mezcla que contiene dos o más hidrofluorocarbonos o un hidrofluorocarbono en combinación con uno o más perfluorocarbonos.

5 El trazador puede añadirse 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 usarse con las composiciones de la presente invención puede ser, como alternativa, un perfluoropoliéter como se describe con detalle en el documento US2007-0284555.

10 Se reconocerá que algunos de los aditivos mencionados anteriormente adecuados para el componente no refrigerante se han identificado como refrigerantes potenciales. Sin embargo, de acuerdo con la presente invención, cuando se usan estos aditivos, no están presentes en una cantidad que pudiera afectar a las características básicas y novedosas de las mezclas de refrigerantes de la presente invención.

15 En algunas realizaciones, las composiciones refrigerantes desveladas en el presente documento pueden prepararse mediante cualquier método conveniente para combinar las cantidades deseadas de los componentes individuales como es convencional en la técnica. Un método preferido es pesar las cantidades de los componentes deseados y, a continuación, combinar los componentes en un recipiente adecuado. Puede usarse agitación, si se desea.

20 **Ejemplos**

La invención se describirá con más detalle por medio de ejemplos específicos. Los siguientes ejemplos se ofrecen con fines ilustrativos y no pretenden limitar la invención de ninguna manera. Los expertos en la materia reconocerán fácilmente una diversidad de parámetros no críticos que pueden cambiarse o modificarse para producir esencialmente los mismos resultados.

**Ejemplo 1. Mezclas R-32/R-134a/CF<sub>3</sub>I como refrigerantes de sustitución del R-410A**

30 El rendimiento de enfriamiento de las mezclas que contienen difluorometano (R-32), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a), trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I), que incluyen: presión de aspiración, presión de descarga, temperatura de descarga del compresor y deslizamiento medio de la temperatura del evaporador y del condensador. También se determinaron la eficiencia energética relativa (COP) y la capacidad de enfriamiento volumétrico (CAP) para composiciones de la presente invención de la presente invención en relación con R-410A. Se utilizaron los siguientes parámetros para calcular los datos mostrados en las Tablas 1A-1B: T<sub>punto medio del condensador</sub> = 46,1 °C (115 °F); T<sub>punto medio del evaporador</sub> = 10,0 °C (50 °F); Cantidad de subenfriamiento = 8,3 °C (15 °F); Cantidad de supercalentamiento = 11,1 °C (20 °F); Eficiencia del compresor = 70 %. Las cantidades de R-32, R-134a, CF<sub>3</sub>I se muestran como fracción en peso de la composición. En las FIG. 1-3 se muestran gráficos de contorno ilustrativos de composiciones que contienen R-32/R-134a/CF<sub>3</sub>I que pueden ser útiles como refrigerantes de sustitución del R-410A.

40

**Tabla 1A.**

R-32	R-134a	CF <sub>3</sub> I	GWP (AR4)	Prom. Deslizamiento (°C)	CAP relativo al R-410A (%)	COP relativo al R-410A (%)	Presión de succión (MPa)	Presión de descarga (MPa)	Temperatura de descarga del compresor (°C)
0,39	0,04	0,57	321	3,7	0,887	0,881	0,926	2,753	102,5
0,38	0,04	0,58	314	4,1	0,880	0,881	0,917	2,735	102,6
0,40	0,03	0,57	313	3,6	0,895	0,879	0,936	2,781	102,9
0,37	0,04	0,59	308	4,4	0,873	0,881	0,908	2,715	102,7
0,39	0,03	0,58	307	3,9	0,888	0,879	0,928	2,764	103,0
0,41	0,02	0,57	306	3,4	0,903	0,878	0,947	2,810	103,3
0,36	0,04	0,60	301	4,8	0,866	0,881	0,899	2,694	102,8
0,38	0,03	0,59	300	4,3	0,881	0,879	0,919	2,744	103,1

Tabla 1B.

R-32	R-134a	CF <sub>3</sub> l	GWP (AR4)	Prom. Deslizamiento (°C)	CAP relativo al R-410A (%)	COP relativo al R-410A (%)	Presión de succión (MPa)	Presión de descarga (MPa)	Temperatura de descarga del compresor (°C)
0,40	0,02	0,58	299	3,7	0,897	0,877	0,939	2,793	103,4
0,42	0,01	0,57	298	3,2	0,912	0,876	0,958	2,838	103,7
0,35	0,04	0,61	294	5,2	0,859	0,882	0,890	2,671	102,9
0,37	0,03	0,60	293	4,7	0,874	0,879	0,910	2,723	103,2
0,39	0,02	0,59	292	4,1	0,890	0,877	0,930	2,774	103,5
0,41	0,01	0,58	292	3,6	0,905	0,875	0,950	2,821	103,8
0,34	0,04	0,62	287	5,7	0,851	0,883	0,881	2,646	102,9
0,36	0,03	0,61	287	5,1	0,867	0,879	0,901	2,701	103,3
0,38	0,02	0,60	286	4,5	0,883	0,877	0,921	2,753	103,7
0,40	0,01	0,59	285	3,9	0,898	0,875	0,941	2,803	104,0
0,35	0,03	0,62	280	5,5	0,860	0,881	0,892	2,677	103,4
0,37	0,02	0,61	279	4,9	0,876	0,877	0,912	2,731	103,8
0,39	0,01	0,60	278	4,3	0,891	0,875	0,932	2,783	104,1
0,34	0,03	0,63	273	6,0	0,853	0,882	0,882	2,651	103,4
0,36	0,02	0,62	272	5,4	0,869	0,878	0,903	2,707	103,8
0,38	0,01	0,61	271	4,7	0,884	0,875	0,923	2,761	104,2
0,35	0,02	0,63	265	5,8	0,862	0,880	0,893	2,682	103,9
0,37	0,01	0,62	265	5,2	0,877	0,876	0,914	2,738	104,3
0,34	0,02	0,64	259	6,3	0,854	0,882	0,883	2,655	103,9
0,36	0,01	0,63	258	5,7	0,870	0,877	0,904	2,713	104,4
0,35	0,01	0,64	251	6,2	0,863	0,879	0,895	2,686	104,4
0,34	0,01	0,65	244	6,7	0,856	0,882	0,884	2,658	104,4

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición que comprende:
  - 5 de aproximadamente 34 a aproximadamente 42 por ciento en peso de difluorometano (R-32);  
de aproximadamente 1 a aproximadamente 4 por ciento en peso de 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a); y  
de aproximadamente 57 a aproximadamente 65 por ciento en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).
- 10 2. La composición de la reivindicación 1, en donde la composición presenta un GWP inferior a aproximadamente 300.
3. La composición de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la composición no es inflamable.
4. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la composición comprende  
15 aproximadamente 40 por ciento en peso de difluorometano (R-32), aproximadamente 2 por ciento en peso de 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a) y aproximadamente 58 por ciento en peso de trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).
5. Un proceso para producir enfriamiento, que comprende condensar la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 y después evaporar dicha composición en las proximidades de un cuerpo a enfriar.
- 20 6. Un proceso para producir calentamiento, que comprende evaporar la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 y después condensar dicha composición en las proximidades de un cuerpo a calentar.
7. Un método para reemplazar el R-410A en un sistema de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor, que  
25 comprende proporcionar la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 como reemplazo de dicho R-410A.
8. Un sistema de aire acondicionado, un sistema de bomba de calor o sistema de refrigeración que comprende la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
- 30 9. El sistema de aire acondicionado, sistema de bomba de calor o sistema de refrigeración de la reivindicación 8, en donde el sistema comprende un evaporador, un compresor, un condensador y un dispositivo de expansión.
10. El sistema de aire acondicionado, sistema de bomba de calor o sistema de refrigeración de la reivindicación 8, en  
35 donde dicho sistema comprende uno o más intercambiadores de calor que funcionan en modo contracorriente o modo de corriente cruzada con tendencia a contracorriente.

Gráfico de contorno de GWP, Capacidad, Deslizamiento  
(cantidades de componente)

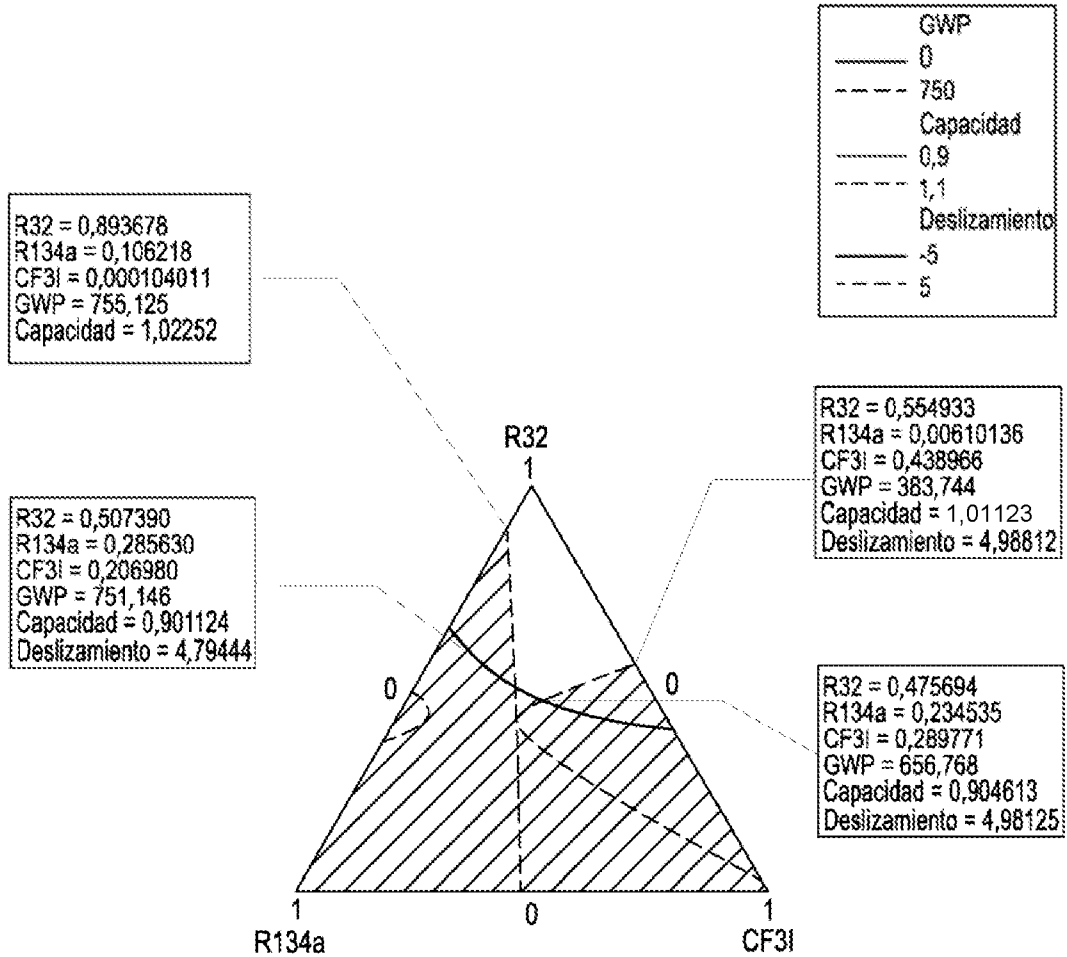
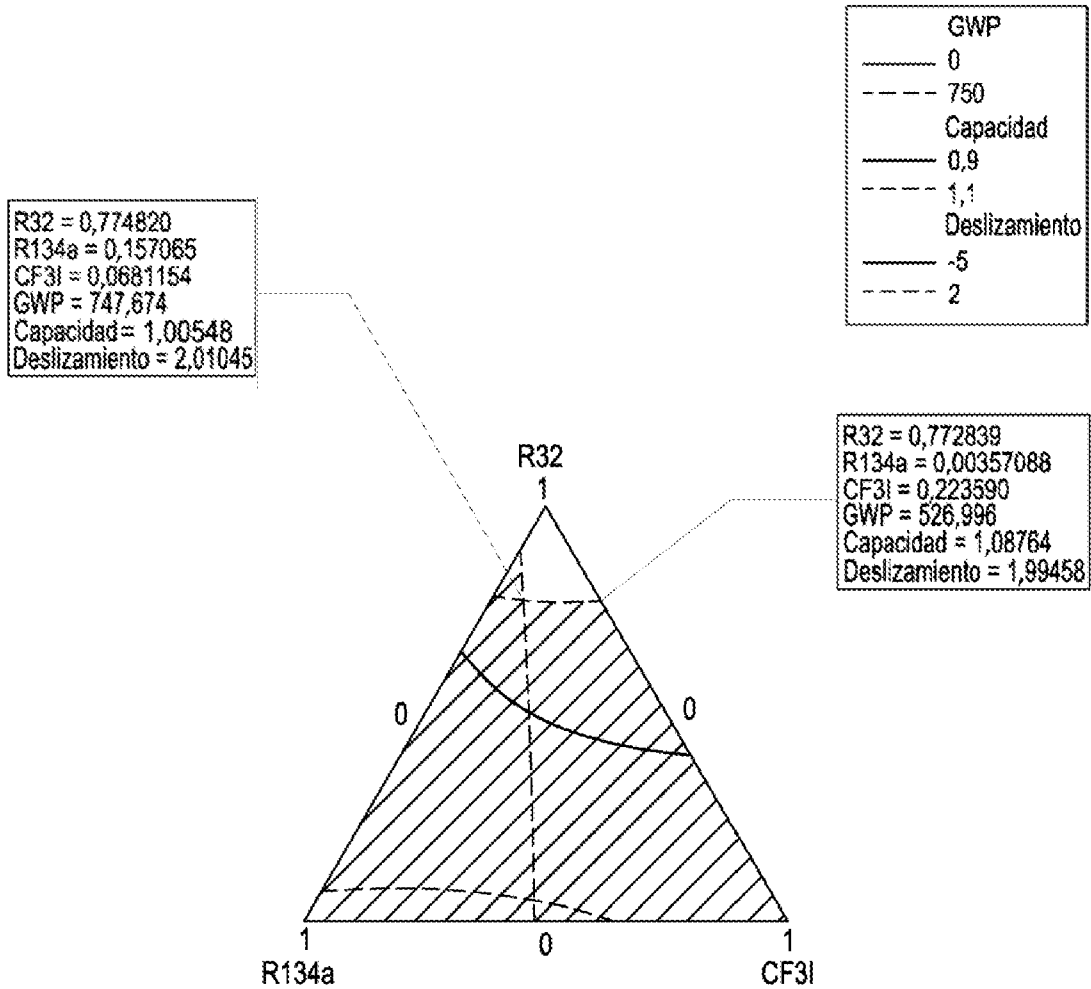


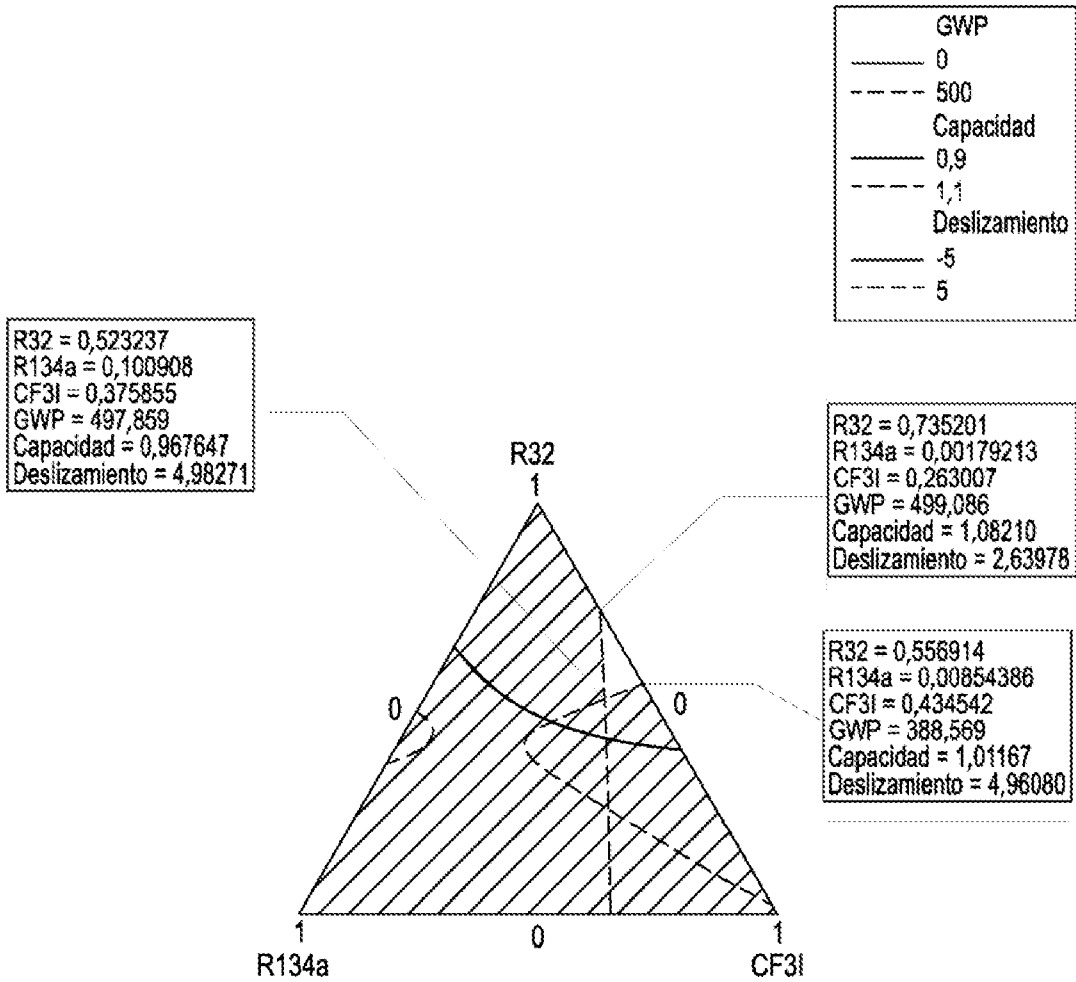
FIG. 1

Gráfico de contorno de GWP, Capacidad, Deslizamiento  
(cantidades de componente)



**FIG. 2**

Gráfico de contorno de GWP, Capacidad, Deslizamiento  
(cantidades de componente)



*FIG. 3*