

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 186**

51 Int. Cl.:

**C09K 3/30** (2006.01)

**C09K 5/04** (2006.01)

**A23L 1/00** (2006.01)

**C08J 9/14** (2006.01)

**C11D 7/50** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2011 E 11738255 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015 EP 2609168**

54 Título: **Composiciones de transferencia de calor**

30 Prioridad:

**25.06.2010 GB 201010712**

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

**09.09.2015**

73 Titular/es:

**MEXICHEM FLUOR S.A. DE C.V. (100.0%)  
Eje 106, Zona Industrial  
C.P. 78395 San Luis Potosi, S.L.P., MX**

72 Inventor/es:

**LOW, ROBERT ELLIOTT**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 545 186 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 de transferencia de calor

5 La presente invención se refiere a composiciones de transferencia de calor, y en particular a composiciones de transferencia de calor que pueden resultar apropiadas para sustituir a los refrigerantes existentes tales como R-134a, R-152a, R-1234yf, R-22, R-410A, R-407A, R-407B, R-407C, R-507 y R-404a.

10 El listado o la discusión del documento publicado anterior o cualquier antecedente en la memoria descriptiva no deberían interpretarse necesariamente como un agradecimiento a que el documento o antecedente sea parte del estado de la técnica o sea de conocimiento general común.

15 Los sistemas de refrigeración mecánicos y los dispositivos de transferencia de calor relacionados tales como las bombas de calor y los sistemas de acondicionamiento de aire se conocen bien. En dichos sistemas, se evapora un líquido refrigerante a baja presión extrayendo calor de la zona circundante. Posteriormente, se comprime el vapor resultante y se hace pasar a un condensador en el cual se condensa y expulsa calor a una segunda zona, retornando el condensado a través de una válvula de expansión al evaporador, completando el ciclo. La energía mecánica requerida para comprimir el vapor y el bombeo del líquido se proporciona, por ejemplo, por medio de un motor eléctrico o un motor de combustión interna.

20 Además de tener un punto de ebullición apropiado y un elevado calor latente de vaporización, las propiedades preferidas del refrigerante incluyen baja toxicidad, naturaleza no inflamable, naturaleza no corrosiva, elevada estabilidad y ausencia de olores apreciables. Otras propiedades deseables son fácil aptitud de compresión a presiones por debajo de 25 bares, baja temperatura de descarga durante la compresión, elevada capacidad de refrigeración, elevada eficacia (elevado coeficiente de rendimiento) y una presión de evaporador superior a 1 bar a la temperatura de evaporación deseada.

30 Diclorodifluorometano (refrigerante R-12) posee una combinación apropiada de propiedades y ha sido durante muchos años el refrigerante más ampliamente usado. Debido a la preocupación internacional acerca de que los clorofluorocarburos parcial o completamente halogenados dañan la capa de ozono que protege a la Tierra, existe un acuerdo general de que su fabricación y uso deberían restringirse en gran medida y finalmente eliminarse por completo. El uso de diclorofluorometano se prohibió en los años 90.

35 El clorodifluorometano (R-22) se introdujo como sustitutivo de R-12 debido a su bajo potencial de agotamiento de ozono. Tras la preocupación de que R-22 es un potente gas de efecto invernadero, se prohibió su uso.

40 Aunque los dispositivos de transferencia de calor del tipo al que se refiere la presente invención generalmente son sistemas cerrados, puede tener lugar la pérdida de refrigerante debido a fugas durante la operación del equipo o durante los procedimientos de mantenimiento. Por tanto, es importante sustituir los refrigerantes de clorofluorocarburos parcial o completamente halogenados por materiales que tengan potencial nulo de agotamiento de ozono.

45 Además de la posibilidad de agotamiento de ozono, se ha sugerido que concentraciones significativas de refrigerantes de halocarburos en la atmósfera podrían contribuir al calentamiento global (el denominado efecto invernadero). Por tanto, resulta deseable el uso de refrigerantes que posean vidas atmosféricas relativamente cortas como resultado de su capacidad para reaccionar con otros constituyentes atmosféricos tales como radicales hidroxilo o como resultado de degradación sencilla través de procesos fotolíticos.

50 Se han introducido los refrigerantes R-410A y R407 (incluyendo R-407A, R-407B y R-407C) como refrigerante sustitutivo de R-22. No obstante, los refrigerantes de R-22, R-410A y R-407 tienen todos elevado potencial de calentamiento global (GWP, también conocido como potencial de calentamiento de efecto invernadero).

55 Se introdujo 1,1,1,2-tetrafluoroetano (refrigerante R-134a) como refrigerante sustitutivo para R-12. NO obstante, a pesar de no tener potencial significativo de agotamiento de ozono, R-134a tiene un GWP de 1300. Sería deseable encontrar sustitutivos para R-134a que tengan un GWP bajo.

60 Se ha identificado R-152a (1,1-difluoroetano) como alternativa a R-134a. Es bastante más eficaz que R-134a y tiene un potencial de calentamiento de efecto invernadero de 120. No obstante, se considera que la inflamabilidad de R-152a es demasiado elevada, por ejemplo para permitir su uso seguro en sistemas de acondicionamiento de aire. En particular, se piensa que su bajo límite inflamable en aire es demasiado bajo, sus velocidades de llama son demasiado elevadas y su energía de ignición es demasiado baja.

65 Por tanto, es necesario proporcionar refrigerantes alternativos que tengan propiedades mejoradas tales como baja inflamabilidad. La química de combustión de los fluorocarburos es compleja e impredecible. No siempre es el caso de que la mezcla de un fluorocarburo no inflamable con un fluorocarburo inflamable reduce la inflamabilidad del fluido o reduce el intervalo de composiciones inflamables en el aire. Por ejemplo, los inventores han descubierto que

si se mezcla R-134a no inflamable con R-152a inflamable, se modifica el límite inflamable inferior de la mezcla de manera que no resulta predecible. La situación se vuelve incluso más compleja y menos predecible si se consideran composiciones ternarias o cuaternarias.

- 5 También existe la necesidad de proporcionar refrigerantes alternativos que se puedan usar en los dispositivos existentes tales como dispositivos de refrigeración con escasa o nula modificación.

10 Se ha identificado R-1234yf (2,3,3,3-tetrafluoropropeno) como refrigerante alternativo candidato para sustituir R-134a en determinadas aplicaciones, notablemente en aplicaciones de acondicionamiento de aire o bombas de calor móviles. Su GWP es de aproximadamente 4. R-1234yf es inflamable pero sus características de inflamabilidad se consideran generalmente aceptables para algunas aplicaciones que incluyen acondicionamiento de aire móvil bombas de calor. En particular, cuando se compara con R-152a, su límite inflamable inferior es más elevado, su energía de ignición mínima es más elevada y la velocidad de llama en aire es significativamente menor que la de R-152a.

15 Debería considerarse el impacto medioambiental de operar un sistema de refrigeración o acondicionamiento de aire, en términos de emisiones de gases de efecto invernadero, con referencia no solo al denominado GWP "directo" del refrigerante, sino también con referencia a las denominadas emisiones "indirectas", que significa aquellas emisiones de dióxido de carbono que son el resultado del consumo de electricidad o combustible para operar el sistema. Se han desarrollado varios sistemas de medición para este impacto GWP total, incluyendo el análisis de Impacto de Calentamiento Equivalente Total (TEWI) o el análisis de Producción de Carbono de Ciclo de Vida (LCCP). Ambas mediciones incluyen la estimación del efecto de GWP del refrigerante y la eficiencia energética sobre el impacto de calentamiento global.

25 Se ha encontrado que la eficiencia energética y la capacidad de refrigeración de R-1234yf son significativamente menores que las de R-134a y además se ha encontrado que el fluido exhibe una disminución de presión mayor en las tuberías del sistema y los intercambiadores de calor. Una consecuencia de esto es que para usar R-1234yf y lograr una eficiencia energética y rendimiento de enfriamiento equivalente a R-134a, se requiere una mayor complejidad de equipo y mayor tamaño de tuberías, lo cual conduce a un uso más complejo y menos eficiente de las materias primas (fluoradas y cloradas) que en el caso de R-134a. Por eso, la adopción de R-1234yf para sustituir a R-134a consume más materias primas y tiene como resultado más emisiones directas de gases de efecto invernadero que en el caso de R-134a.

35 Algunas de las tecnologías existentes diseñadas para r-134a pueden no ser capaces de aceptar la reducida inflamabilidad de algunas composiciones de transferencia de calor (se cree que cualquier composición que tenga un GWP menor de 150 es inflamable en cierto modo).

40 Un objetivo principal de la presente invención es, por tanto, proporcionar una composición de transferencia de calor que se pueda usar por sí misma o que sea apropiada como sustitutivo de los usos de refrigeración existentes que debería presentar un GWP reducido, tenga un capacidad y eficiencia energética (que se pueden expresar de manera apropiada como el "Coeficiente de Rendimiento") de manera ideal dentro de un 10 % de los valores, por ejemplo los que se pueden lograr usando los refrigerantes existentes (por ejemplo, R-134a, R-152a, R-1234yf, R-22, R-410A, R-407A, R-407B, R-407C, R-507 y R-404a) y preferentemente menor de un 10 % (por ejemplo, aproximadamente un 5 %) de estos valores. Se sabe en la técnica que las diferencias de este orden entre los fluidos se pueden normalmente resolver por medio de re-diseño de las características operacionales del equipo y el sistema. De manera ideal, la composición debería tener una toxicidad reducida e inflamabilidad aceptable.

50 El documento DE 202007008291 va destinado a composiciones de transferencia de calor basadas en 1,1,1,2,3-pentafluoropropeno (R-1225ye). Normalmente, estas composiciones contienen al menos un componente adicional seleccionado entre, por ejemplo, dióxido de carbono (R-744); fluorometano (R-41); difluorometano (R-32); fluoroetano (R-161); 1,1,1-trifluoroetano (R-143a); 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a); 1,1,2,2-tetrafluoroetano (R-134); éter dimetílico; heptafluoroetano (R-227ea); propano (R-290); propeno (R-1270); isobutano (R-600a); n-butano (R-600); 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf); 1,1-difluorociclopropano; 1,1,2-trifluorociclopropano; 1,1,2,2-tetrafluorociclopropano; pentafluorociclopropano y amoníaco.

55 En una de cinco realizaciones amplias (véase las reivindicaciones 1 y 5 por ejemplo), el documento US 2006/243945 se refiere a composiciones que comprenden 1,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234ze) y al menos un compuesto seleccionado entre veinticinco compuestos que incluyen difluorometano (R-32), pentafluoroetano (R-125) y 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a).

60 El documento US 2008/14073 se refiere a un método para detectar una fuga de una composición de transferencia de calor y proporciona ejemplos de numerosas composiciones de transferencia de calor, incluyendo composiciones ternarias de (i) difluorometano (R-32), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a) y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234ze); y (ii) pentafluoroetano (R-125), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a) y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234ze).

65

El documento WO 2010/129920 forma parte del estado de la técnica bajo el Artículo 54(3) EPC y va destinado a una composición de transferencia de calor que comprende de aproximadamente un 10 a aproximadamente un 35 % en peso de difluorometano (R-32); (b) de aproximadamente un 10 % a aproximadamente un 35 % en peso de pentafluoroetano (R-125); (c) de aproximadamente un 20 % a aproximadamente un 50 % en peso de 1,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234ze), 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) y combinaciones de estos; y (d) de aproximadamente un 15 % a aproximadamente un 35 % en peso de 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a). Algunas composiciones específicas que contienen estos compuestos se describen en la Tabla A de la página 6 de este documento.

10 Todas las sustancias químicas descritas en la presente memoria se encuentran comercialmente disponibles. Por ejemplo, las sustancias fluorquímicas se pueden obtener en Apollo Scientific (Reino Unido).

15 La invención objetivo proporciona una composición que comprende de aproximadamente un 5 a aproximadamente un 40 % en peso de R-1234ze €, de aproximadamente un 20 a aproximadamente un 35 % en peso de R-32, de aproximadamente un 15 a aproximadamente un 30 % en peso de R-125 y de aproximadamente un 12 a aproximadamente un 50 % en peso de R-134a, con la condición de que la composición no contenga un 30 % de R-32, 30 % de R-126, 16,8 % de R-134a, 16 % de R-1234ze y un 7,2 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) en peso.

20 Una composición preferida de la invención consiste esencialmente en aproximadamente un 20 % en peso de R-1234ze (E), aproximadamente un 30 % en peso de R-32, aproximadamente un 25 % en peso de R-125, y aproximadamente un 25 % en peso de R-134a.

25 En una realización, la invención excluye composiciones que comprendan o consistan en aproximadamente 1 a 16 % en peso (por ejemplo, de aproximadamente un 3 a un 8 %) de R-1234ze, de aproximadamente un 8 a un 20 % en peso de R-32 (por ejemplo, de aproximadamente un 12 a un 18 %), de aproximadamente un 8 a un 20 % en peso de R-125 (por ejemplo, de aproximadamente un 8 a un 12 %) y de aproximadamente un 60 a un 72 % en peso de R-134a (por ejemplo, de aproximadamente un 70 a un 75 %). En otra realización, la invención excluye composiciones que comprendan o consistan aproximadamente en un 6 % en peso de R-1234ze, aproximadamente un 14 % en peso de R-32, aproximadamente un 14 % en peso de R-125 y aproximadamente un 66 % en peso de R-134a.

En un aspecto, las composiciones de la invención consisten esencialmente en los componentes comentados, en las cantidades comentadas.

35 Por la expresión "consistir esencialmente en", los inventores hacen referencia a que las composiciones de la invención no contienen sustancialmente otros componentes, en particular otros (hidro)(fluoro)compuestos (por ejemplo, (hidro)(fluoro)alcanos o (hidro)(fluoro)alquenos) conocidos por su uso en las composiciones de transferencia de calor. Los inventores incluyen la expresión "consistir en" dentro del significado de "consistir esencialmente en".

40 Para evitar la duda, cualquiera de las composiciones de la invención descritas en la presente memoria, incluyendo aquellas con cantidades específicamente definidas de componentes, pueden consistir esencialmente en (o consistir en) los componentes definidos en esas composiciones.

45 Las composiciones de acuerdo con la invención, de manera apropiada, no contienen sustancialmente R-1225 (pentafluoropropeno), de manera apropiada no contienen sustancialmente R-1225ye (1,2,3,3,3-pentafluoropropeno) o R-1225zc (1,1,3,3,3-pentafluoropropeno), compuestos que pueden tener cuestiones relacionadas con la toxicidad.

50 Por "no contiene sustancialmente", los inventores incluyen el significado de que las composiciones de la invención contienen un 0,5 % en peso o menos del componente en cuestión, preferentemente un 0,1 % o menos, basándose en el peso total de la composición.

Puede ocurrir que la composición de la invención no contenga sustancialmente:

- 55
- (i) 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf),
  - (ii) Cis-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234ze(Z)), y/o
  - (iii) 3,3,3-trifluoropropeno (R-1234zf).

60 Las composiciones de la invención tienen potencial nulo de agotamiento de ozono.

Sorprendentemente, se ha descubierto que las composiciones de la invención proporcionan propiedades aceptables para su uso en sistemas de acondicionamiento de aire, bomba de calor y sistemas de refrigeración de temperatura baja y media, como alternativas a los refrigerantes existentes tales como R-22, R-410A, R-407A, R-407B, R-407C, R-507 y R-404a, al tiempo que reduce GWP y sin tener como resultado un elevado peligro de inflamabilidad.

65

A menos que se especifique lo contrario, según se usa en la presente memoria “refrigeración de baja temperatura” significa refrigeración que tiene una temperatura de evaporación de aproximadamente -50 a aproximadamente -20 °C. “Refrigeración de temperatura media” significa refrigeración que tiene una temperatura de evaporación de aproximadamente -20 a aproximadamente 0 °C.

5 A menos que se afirme lo contrario, se han usado los valores de GWP de IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) TAR (Tercer Informe de Evaluación) en la presente memoria. El GWP de las mezclas de refrigerantes existentes seleccionadas en este sentido son los siguientes:

R-407A	1990
R-407B	2695
R-407C	1653
R-404A	3784
R507	3850

10 En una realización, las composiciones de la invención tienen un GWP menor que R-22, R-410A, R-407A, R-407B, R-407C, R-507 y R-404a. De manera apropiada, el valor de GWP de las composiciones de la invención es menor de aproximadamente 2800. Por ejemplo, el valor de GWP puede ser menor de 2800, 2500, 2300, 2100, 2000, 1900, 1800, 1700, 1500 o 1400.

15 Preferentemente, las composiciones de la invención pueden tener un valor de GWP menor de 1500, preferentemente menor de 1400, más preferentemente menor de 1300, 1000, 900 o 700 o 500.

20 Ventajosamente, las composiciones son de peligro reducido de inflamabilidad cuando se comparan con los componentes inflamables individuales de las composiciones, por ejemplo R-32.

25 En un aspecto, las composiciones tienen uno o más de uno de (a) límite inflamable inferior elevado; (b) energía de ignición elevada; o (c) velocidad de llama baja en comparación con R-32, propeno, propano o R-1234yf. En una realización preferida, las composiciones de la invención no son inflamables (o inflamables).

La inflamabilidad se puede determinar de acuerdo con la Norma ASHRAE 34 que incorpora la Norma ASTM E-681 con la metodología de ensayo de Addendum 34p con fecha de 2004, cuyo contenido completo se incorpora por referencia en la presente memoria.

30 En algunas aplicaciones puede que no sea necesario que la formulación se clasifique como no inflamable por medio de la metodología ASHRAE 34; es posible desarrollar fluidos que tengan límites de inflamabilidad suficientemente reducidos en aire para que sean considerados seguros para su uso en la aplicación, por ejemplo, haciendo que sea físicamente imposible una fuga de mezcla inflamable desde la carga del equipo de refrigeración a los alrededores. Los inventores han descubierto que el efecto de adición de R-1234ze y R-134a/R-125 sobre refrigerantes inflamables R-32, propeno y/o propano es para modificar la inflamabilidad en mezclas con aire de este modo.

35 La variación de temperatura, que se puede interpretar como la diferencia entre las temperaturas de punto de borboteo y punto de rocío de una mezcla azeotrópica (no azeotrópica) a presión constante, es una característica del refrigerante; si se desea sustituir un fluido por una mezcla, entonces con frecuencia es preferible disponer de una variación similar o reducida en el fluido alternativo. En una realización, las composiciones de la invención son azeotrópicas.

40 De manera conveniente, la variación de temperatura (en el evaporador) de las composiciones de la invención es menor de aproximadamente 10 K, preferentemente menos de aproximadamente 5 K.

45 Ventajosamente, la capacidad de refrigeración volumétrica de las composiciones de la invención es de al menos un 85 % del fluido refrigerante existente que se sustituye, preferentemente al menos un 90 % o incluso al menos un 95 %.

50 Normalmente, las composiciones de la invención tienen una capacidad de refrigeración volumétrica que es de al menos un 90 % la de R-407C en la aplicación de temperatura media y/o temperatura baja. Preferentemente, las composiciones de la invención tienen una capacidad de refrigeración volumétrica que es de al menos un 95 % la de R-407C, por ejemplo de aproximadamente un 95 % a aproximadamente un 120 % la de R-1234yf.

55 En una realización, la eficiencia de ciclo (Coeficiente de Rendimiento, COP) de las composiciones de la invención está dentro de aproximadamente un 5% o incluso mejor que el fluido refrigerante existente que se sustituye.

60 De manera apropiada, la temperatura de descarga del compresor de las composiciones de la invención está dentro de aproximadamente 15K del fluido refrigerante existente que se sustituye, preferentemente de aproximadamente 10 K o incluso de aproximadamente 5 K.

5 Preferentemente, las composiciones de la invención tiene una eficiencia energética de al menos un 95 % (preferentemente al menos un 98 %) de R-407C, R-407A o R-404A en condiciones equivalentes, al tiempo que tienen una característica de disminución de presión equivalente o reducida y una capacidad de enfriamiento a un 95 % o más de los valores de R-407C, R-407A o R-404A. De manera ventajosa, las composiciones tienen características de una eficiencia energética más elevada y disminución de presión más baja que R-407C, R-407A o R-404A en condiciones equivalentes. Ventajosamente, las composiciones también tienen una eficiencia energética y características de disminución de presión mejores que R-407C, R-407A y R-404A solos.

10 Las composiciones de transferencia de calor de la invención son apropiadas para su uso en los diseños de equipos existentes, y son compatibles con todas las clases de lubricantes actualmente usados con los refrigerantes de HFC establecidos. Se pueden estabilizar o compatibilizar opcionalmente con aceites minerales por medio del uso de aditivos apropiados.

15 Preferentemente, cuando se usa en un equipo de transferencia de calor, la composición de la invención se combina con un lubricante.

20 De manera apropiada, el lubricante está seleccionado entre el grupo que consiste en aceite mineral, aceite de silicona, polialquil bencenos (PABs), poli(ésteres de alcohol) (POEs), polialquilgen glicoles (PAGs), poli(ésteres de alquilen glicol) (ésteres PAG), poli(éteres vinílicos) (PVEs) y poli(alfa-olefinas) y sus combinaciones.

25 Ventajosamente, el lubricante además comprende un estabilizador.

30 Preferentemente, el estabilizador está seleccionado entre el grupo que consiste en compuestos a base de dieno, fosfatos, compuestos fenólicos y epóxidos y sus mezclas.

35 De manera apropiada, la composición de la invención puede combinarse con un retardador de llama.

40 Ventajosamente, el retardador de llama adicional está seleccionado entre el grupo que consiste en tri-(2-cloroetil)-fosfato, fosfato de (cloropropilo), tri-(2,3-dibromopropil)-fosfato, tri-(1,3-dicloropropil)-fosfato, fosfato de diamonio, diversos compuestos aromáticos halogenados, óxido de antimonio, aluminio trihidratado, poli(cloruro vinílico), un yodocarburo fluorado, un bromocarburo fluorado, trifluoro yodometano, perfluoroalquil aminas, bromo-fluoroalquil aminas y sus mezclas.

45 Preferentemente, la composición de transferencia de calor es una composición de refrigerante.

50 En una realización, la invención proporciona un dispositivo de transferencia de calor que comprende una composición de la invención.

55 Preferentemente, el sistema de transferencia de calor es un dispositivo de refrigeración.

60 De manera apropiada, el dispositivo de transferencia de calor está seleccionado entre el grupo que consiste en sistemas de acondicionamiento de aire para automóviles, sistemas de acondicionamiento de aire residenciales, sistemas de acondicionamiento de aire comerciales, sistemas de refrigeración residenciales, sistemas de congelación residenciales, sistemas de refrigeración comerciales, sistemas de congelación comerciales, sistemas de acondicionamiento de aire con enfriador, sistemas de refrigeración con enfriador y sistemas de bomba de calor residenciales y comerciales. Preferentemente, el dispositivo de transferencia de calor es un dispositivo de refrigeración o un sistema de acondicionamiento de aire.

65 Ventajosamente, el dispositivo de transferencia de calor contiene un compresor de tipo centrífugo.

La invención también proporcionar el uso de una composición de la invención en un dispositivo de transferencia de calor como se describe en la presente memoria.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un agente de soplado que comprende una composición de la invención.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona una composición apta para formación de espuma que comprende uno o más componentes capaces de formar espuma y una composición de la invención.

60 Preferentemente, uno o más componentes capaces de formar espuma están seleccionados entre poliuretanos, polímeros termoplásticos y resinas, tales como poliestireno y resinas epoxi.

De acuerdo con otro aspecto adicional de la invención, se proporciona una espuma que se puede obtener a partir de la composición apta para formación de espuma de la invención.

65

Preferentemente, la espuma comprende una composición de la invención.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona una composición apta para pulverización que comprende un material objeto de pulverización y un propulsor que comprende una composición de la invención.

5 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método para enfriar un artículo que comprende condensar una composición de la invención y posteriormente evaporar dicha composición en las proximidades del artículo que se pretende enfriar.

10 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método para calentar un artículo que comprende condensar una composición de la invención en las proximidades del artículo que se pretende calentar y posteriormente evaporar dicha composición.

15 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporcionar un método para extraer una sustancia de biomasa que comprende poner en contacto la biomasa con un disolvente que comprende una composición de la invención, y separar la sustancia del disolvente.

20 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de limpieza de un artículo que comprende poner en contacto el artículo con un disolvente que comprende una composición de la invención.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporcionar un método de extracción de un material a partir de una solución acuosa que comprende poner en contacto la solución acuosa con un disolvente que comprende una composición de la invención, y separar el material del disolvente.

25 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de extracción de un material a partir de una matriz sólida de partículas que comprende poner en contacto la matriz sólida de partículas con un disolvente que comprende una composición de la invención, y separar el material del disolvente.

30 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de generación de energía mecánica que contiene una composición de la invención.

Preferentemente, el dispositivo de generación de energía mecánica se adapta para usar un Ciclo Rankine o una de sus modificaciones para generar trabajo a partir de calor.

35 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporcionar un método de retroajuste de un dispositivo de transferencia de calor que comprende la etapa de retirar una fluido de transferencia de calor existente, e introducir una composición de la invención. Preferentemente, el dispositivo de transferencia de calor es un dispositivo de refrigeración o un sistema de acondicionamiento de aire (estático).

40 De acuerdo con el método de retroajuste descrito anteriormente, se puede retirar completamente un fluido de transferencia de calor existente del dispositivo de transferencia de calor antes de la introducción de una composición de la invención. También se puede retirar parcialmente un fluido de transferencia de calor existente de un dispositivo de transferencia de calor, seguido de la introducción de una composición de la invención.

45 En otra realización en la que el fluido de transferencia de calor existente es R-134a, y la composición de la invención contenga R-134a, R-1234ze(E), R-32, R-125 y componentes opcionales tales como un lubricante, un estabilizador o un retardador de llama, se pueden añadir R-1234ze(E), R-32, R-125 a R-134a en el dispositivo de transferencia de calor, formando de este modo las composiciones de la invención, y el dispositivo de transferencia de calor de la invención, *in situ*. Parte de R-134a existente se puede retirar del dispositivo de transferencia de calor antes de la adición de R-1234ze(E), R-32, etc., para facilitar la provisión de los componentes de las composiciones de la invención en las proporciones deseadas.

50 De este modo, la invención proporciona un método de preparación de una composición y/o un dispositivo de transferencia de calor de la invención que comprende introducir R-1234ze(E), R-32, R-125 y componentes adicionales tales como un lubricantes, un estabilizador o un retardador de llama adicional, en un dispositivo de transferencia de calor que contiene un fluido de transferencia existente que es R-134a. Opcionalmente, al menos parte de R-134a se retira del dispositivo de transferencia de calor antes de introducir R-1234ze(E), el segundo componente, etc.

60 Por supuesto, las composiciones de la invención también se pueden preparar simplemente por medio de mezcla de R-1234ze(E), R-32, R-125 y R-134a y componentes adicionales tales como un lubricante, un estabilizador o un retardador de llama adicional en las proporciones deseadas. Posteriormente, se pueden añadir las composiciones a un dispositivo de transferencia de calor (o se pueden usar de otro modo como se define en la presente memoria) que no contenga R-134a o cualquier otro fluido de transferencia de calor existente, tal como un dispositivo a partir del cual se ha retirado R-134a o cualquier otro fluido de transferencia de calor existente.

65

En un aspecto adicional de la invención, se proporciona un método para reducir el impacto medioambiental que surge de la operación de un producto que comprende un compuesto o composición existente, comprendiendo el método la sustitución, al menos parcial, del compuesto o la composición existente por una composición de la invención.

5 Por impacto medioambiental, los inventores incluyen la generación y emisión de gases de calentamiento de efecto invernadero a través de la operación del producto.

10 Como se ha comentado anteriormente, se puede considerar que este impacto medioambiental incluye no solo las emisiones de los compuestos o composiciones que tienen un impacto medioambiental significativo por medio de fuga u otras pérdidas, sino que también incluye la emisión de dióxido de carbono procedente de la energía consumida por el dispositivo a lo largo de su vida de trabajo. Dicho impacto medioambiental se puede cuantificar gracias a una medida conocida como Impacto de Calentamiento Equivalente Total (TEWI). Se ha usado esta  
15 medición en la cuantificación del impacto medioambiental de determinados equipos de refrigeración estacionarios o sistemas de acondicionamiento de aire, incluyendo por ejemplo los sistemas de refrigeración para supermercados (véase por ejemplo, [http://en.wikipedia.org/wiki/Total equivalent warming impact](http://en.wikipedia.org/wiki/Total_equivalent_warming_impact)).

20 De forma adicional, se puede considerar que el impacto medioambiental incluye las emisiones de gases de efecto invernadero que proceden de la síntesis y fabricación de los compuestos o composiciones. En este caso, se añaden las emisiones de fabricación al consumo de energía y los efectos de pérdida directa para dar lugar a una medida conocida como Producción de Carbono de Ciclo de Vida (LCCP, véase por ejemplo <http://www.sae.org/events/aars/presentations/2007papasavva.pdf>). El uso de LCCP es común para evaluar el impacto medioambiental de los sistemas de acondicionamiento de aire para automóviles.

25 El uso de la composición de la invención tiene como resultado que el equipo tenga un Impacto de Calentamiento Equivalente Total más bajo, y/o una Producción de Carbono de Ciclo de Vida más baja que la que se obtendría por medio del uso del compuesto o composición existente.

30 Estos métodos pueden llevarse a cabo en cualquier producto apropiado, por ejemplo en los campos de acondicionamiento de aire, refrigeración (por ejemplo, refrigeración de baja y media temperatura), transferencia de calor, agentes de soplado, aerosoles o propulsores aptos para pulverización, dieléctricos gaseosos, criocirugía, procedimientos veterinarios, procedimientos dentales, extinción de incendios, supresión de llama, disolventes (por ejemplo, vehículos para aromatizantes y fragancias), agentes limpiadores, tomas de aire, pistolas de microgránulos, anestésicos tópicos y aplicaciones de expansión. Preferentemente, el campo es el de acondicionamiento de aire o  
35 refrigeración.

Ejemplos de productos apropiados incluyen dispositivos de transferencia de calor, agentes de soplado, composiciones aptas para formación de espuma, composiciones aptas para pulverización, disolventes y dispositivos de generación de energía mecánica. En una realización preferida, el producto es un dispositivo de transferencia de calor, tal como un dispositivo de refrigeración o una unidad de acondicionamiento de aire.

40 El compuesto o composición existente tiene un impacto medioambiental medido por medio de GWP y/o TEWI y/o LCCP que es mayor que la composición de la invención de sustitución. El compuesto o composición existente puede comprender un compuesto de fluorocarburo, tal como un compuesto de perfluoro-, hidrofluoro-, clorofluoro- o hidroclofluoro-carburo o puede comprender una olefina fluorada.

45 Preferentemente, el compuesto o composición existente es un compuesto o composición de transferencia de calor tal como un refrigerante. Los ejemplos de refrigerantes que se pueden sustituir incluyen R-134a, R-152a, R-1234yf, R-410A, R-407A, R-407B, R-407C, R-407D, R-407F, R-507, R-22 y R-404A. Las composiciones de la invención se adaptan particularmente como sustitutivos de R-22, R-404A, R-407A, R-407B, R-407C o R-410A.

50 Se puede sustituir cualquier cantidad del compuesto o composición existente para reducir el impacto medioambiental. Esto puede depender del impacto medioambiental del compuesto o composición existente que se sustituye y del impacto medioambiental de la composición de sustitución de la invención. Preferentemente, el compuesto o composición existente en el producto es sustituido por completo por la composición de la invención.

Se ilustra la invención por medio de los siguientes ejemplos no limitantes.

### 60 Ejemplos

#### Ejemplo 1

65 Se modeló el rendimiento de la composición que comprendía R-22 30 %, R-125 25 %, R-134 25 % y R-1234ze(E) 20 % (base en peso) para aplicaciones de refrigeración de baja y media temperatura ("Mezcla A"). Las condiciones de ciclo escogidas fueron:

**(a) Aplicación de media temperatura**

- 5 Temperatura media de condensación 40 °C
- Temperatura media de evaporación -10 °C
- Temperatura de retorno de la línea de succión 15 °C
- Subenfriamiento 5K
- Supercalentamiento de evaporador 5K
- Eficiencia del compresor (isentrópico) 65 %
- Demanda de enfriamiento 10 kW
- 10 Diámetro de la tubería de línea de succión 22,7 mm

**(b) Aplicación de baja temperatura**

- 15 Temperatura media de condensación 40 °C
- Temperatura media de evaporación -35 °C
- Temperatura de retorno de la línea de succión -10 °C
- Subenfriamiento 5K
- Supercalentamiento de evaporador 5K
- Eficiencia del compresor (isentrópico) 65 %
- 20 Demanda de enfriamiento 10 kW
- Diámetro de la tubería de línea de succión 22,7 mm
- Temperatura de inicio de la inyección de líquido para controlar la temperatura del compresor: 130 °C.

Se escogieron estas condiciones como representativas de las encontradas en un sistema de refrigeración de supermercado con condensador de aire enfriado en condiciones de verano Europeo. El rendimiento de la Mezcla A se muestra en las Tablas 1 y 2 con un rendimiento estimado de los refrigerantes comercialmente disponibles y comúnmente usados R-407C, R-407A y R-404A indicado por comparación. Se comparan la capacidad, eficiencia energética (como Coeficiente de Rendimiento) y disminución de presión en la línea de succión con una línea base de R-407C, ya que este refrigerante tiene el valor COP teórico más elevado y el menor valor de GWP directo de los refrigerantes establecidos.

Se puede observar que esta composición tiene una eficiencia energética comparable con R-407C, capacidad de enfriamiento mejor que R-407C, disminución de presión menor y temperatura de descarga esencialmente comparable. Además, la capacidad y la eficiencia energética de la composición son superiores a R-404A. La composición tiene un valor de GWP menor que R-407C y por ello el impacto de calentamiento medioambiental total (TEWI) de un sistema que usa este fluido es menor que el que se puede lograr usando R-407C o R-404A.

El fluido además exhibe una comparación estrecha de los parámetros de rendimiento con R-407A, lo que actualmente encuentra utilidad creciente como refrigerante para sustituir a R-404A. Las presiones de operación son muy similares a las que se encuentran con R-407A, por ello la sustitución de R-407A por esta composición requeriría un cambio escaso o nulo en el esquema de control del sistema de refrigeración.

Además, se piensa que la composición es esencialmente no inflamable.

**Tabla 1**

Resultados – Temperatura media		R407C	R407A	R404A	Mezcla A
GWP		1774	2107	3922	1436
Proporción de flúor para la mezcla					0,64
Proporción de flúor para el vapor					0,62
COP		2,46	2,42	2,25	2,46
Capacidad volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	100,0 %	98,2 %	91,3 %	99,8 %
		2003	2083	2044	2143
		100,0 %	104,0 %	102,0 %	107,0 %
Efecto de refrigeración	kJ/kg	161,9	148,7	113,9	166,2
Proporción de presión		4,71	4,63	4,20	4,65
Flujo másico en el evaporador	kg/h	222,4	242,2	316,0	216,6
Flujo másico de inyección de líquido	kg/h	0,0	0,0	0,0	0,0
Temperatura de descarga del compresor	°C	101,0	97,5	83,9	102,6
Presión de entrada del evaporador	bar	3,49	3,76	4,34	3,76
Presión de entrada del condensador	bar	16,4	17,4	18,2	17,5
Temperatura media del evaporador	°C	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0

Variación en el evaporador (fuera-dentro)	K	4,6	4,2	0,4	5,4
Presión de succión del compresor	bar	3,49	3,76	4,34	3,76
Presión de descarga de compresor	bar	16,4	17,4	18,2	17,5
Disminución de presión en la línea de succión	Pa/m	520	536	665	477
Disminución de presión con respecto a referencia					91,8 %
Temperatura media de condensador	°C	40,0	40,0	40,0	40,0
Variación de condensador (dentro-fuera)	K	5,0	4,4	0,3	5,6

Tabla 2

Resultados – Aplicación de baja temperatura		R407C	R407A	R404A	Mezcla A
GWP					1436
Proporción de flúor para la mezcla					0,64
Proporción de flúor para el vapor					0,62
COP		1,32	1,29	1,17	1,32
Capacidad volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	100,0 %	97,7 %	88,6 %	100,0 %
		556	583	610	610
		100,0 %	104,9 %	109,7 %	109,7 %
Efecto de refrigeración	kJ/kg	147,6	134,6	99,3	152,0
Proporción de presión		13,58	13,15	11,02	13,20
Flujo másico en el evaporador	kg/h	243,9	267,5	362,7	236,8
Flujo másico de inyección de líquido	kg/h	0,0	0,0	0,0	2,0
Temperatura de descarga del compresor	°C	129,5	123,4	99,7	130,0
Presión de entrada del evaporador	bar	1,21	1,32	1,65	1,32
Presión de entrada del condensador	bar	16,4	17,4	18,2	17,5
Temperatura media del evaporador	°C	-35,0	-35,0	-35,0	-35,0
Variación en el evaporador (fuera-dentro)	K	4,2	3,9	0,5	5,0
Presión de succión del compresor	bar	1,21	1,32	1,65	1,32
Presión de descarga de compresor	bar	16,4	17,4	18,2	17,5
Disminución de presión en la línea de succión	Pa/m	1630	1674	2085	1469
Disminución de presión con respecto a referencia		100,0 %	102,7 %	127,9 %	90,2 %
Temperatura media de condensador	°C	40,0	40,0	40,0	40,0
Variación de condensador (dentro-fuera)	K	5,0	4,4	0,3	5,6

5 Ejemplo 2

Se modeló el rendimiento para composiciones adicionales de la invención que comprendían: R-32 dentro del intervalo de un 20-35 % peso/peso; R-125 dentro del intervalo de un 15-30 % peso/peso; R-134a dentro del intervalo de un 15-50 % peso/peso y R-1234ze siendo el equilibrio, usando las mismas condiciones que en la Tabla 1 y con R-407C como fluido de referencia para comparación de la capacidad, eficiencia energética y disminución de presión en la línea de succión. Las composiciones de la invención proporcionan un rendimiento aceptables y mejorado con un valor de GWP más bajo y un TEWI total más bajo que R-407A, R-407C o R-404A.

15 Ejemplo 3

Se modeló el rendimiento para composiciones adicionales de la invención como se explica con más detalle a continuación. La derivación del modelo usado es la siguiente.

Se determinan de forma precisa las propiedades físicas de r-1234ze(E) necesarias para modelar el rendimiento de ciclo de refrigeración, concretamente el punto crítico, presión de vapor, entalpía de líquido y vapor, densidad de líquido y vapor y capacidades térmicas de vapor y líquido, por medio de métodos experimentales a lo largo de un intervalo de presión 0-200 bar y un intervalo de temperatura de -40 a 200 °C, y se usaron los datos resultantes para generar la ecuación de energía libre de Helmholtz de los modelos de estado de tipo Span-Wagner para el fluido en el soporte lógico NIST REFPROP Versión 8.0, que se describe de manera más completa en la guía de usuario [www.nist.gov/srd/PDFfiles/REFPROP8.0PDF](http://www.nist.gov/srd/PDFfiles/REFPROP8.0PDF), y se incorpora por referencia en la presente memoria. Se estimó la variación de la entalpía de gas ideal de ambos fluidos con la temperatura usando un soporte lógico de modelado molecular Hyperchem v7.5 (que se incorpora por referencia en la presente memoria) y se usó la función de entalpía del gas ideal resultante en la regresión de la ecuación de estado para estos fluidos. Se compararon las predicciones de este modelo R1234ze(E) con las predicciones obtenidas por medio del uso de los archivos convencionales para

R1234ze(E) incluidos en REFPROP Versión 9.0. Se encontró que se obtuvo una concordancia estrecha para cada una de las propiedades de fluido.

5 Se estudio el comportamiento de equilibrio de líquido y vapor de R-1234ze(E) en una serie de pares binarios con dióxido de carbono, R-32,R-125, R-134a, R-152a, R-161, propano y propileno a lo largo del intervalo de temperatura de -40 a + 60 °C, que engloba el intervalo de operación práctico de la mayoría de los sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire. Se varió la composición en todo el espacio composicional completo para cada binario en el programa experimental, se sometieron a regresión los parámetros de la mezcla para cada par binario con respecto a los datos obtenidos experimentalmente y también se incorporaron los parámetros al modelo de soporte lógico REFPROP. A continuación, se buscó la bibliografía académica para los datos sobre el comportamiento de equilibrio de líquido y vapor de dióxido de carbono con los hidrofluorocarburos R-32, R-125, R-152a, R-161 y R-152a. Se usaron posteriormente los datos obtenidos a partir de las fuentes (referenciados en el artículo *Applications of the simple multi-fluid model to correlations of the vapour-liquid equilibrium of refrigerant mixtures containing carbón dioxide*, de R. Akasaka, Journal of Thermal Science and Technology, 159-168, 4, 1, 2009) para generar los parámetros de mezcla para las mezclas binarias relevantes y a continuación también se incorporaron estos al modelo REFPROP. También se incorporaron los parámetros de mezcla REFPROP convencionales para dióxido de carbono con propano y propileno a este modelo.

20 Se usó el modelo de soporte lógico resultante para comparar el rendimiento de los fluidos seleccionados de la invención con R-407A en una simulación de ciclo de refrigeración de supermercado de baja temperatura. Se incluyó uso de inyección de líquido para controlar la temperatura de descarga del compresor como característica de este ciclo. Se recomienda la inyección de líquido por medio de los fabricantes de compresores y suministradores de refrigerantes si se tienen que usa R-407A o R-22 en dichas aplicaciones.

25 Se estimó la cantidad de líquido necesaria para mantener el gas de descarga del compresor a la temperatura máxima deseada o por debajo de ella, asumiendo que el líquido a inyectar en el compresor fuese estuviese en el mismo estado termodinámico que el líquido que abandona el condensador y, posteriormente, llevando a cabo un equilibrio térmico en la máquina. A continuación, se obtuvo el trabajo de compresión total a partir del conocimiento del flujo másico total a través del compresor y los estados de refrigerante en la entada y salida especificadas.

30 Se llevó a cabo la comparación de los fluidos asumiendo temperaturas medias de condensación y evaporación equivalentes para los refrigerantes, y grados fijos de sub-enfriamiento y sobrecalentamiento del evaporador. Se asumieron disminuciones de presión fijas para R-407A en el evaporador, condensador y tubería de gas de succión del compresor. A continuación, se estimaron las disminuciones de presión para los fluidos de la invención para el mismo ciclo, estimando el rendimiento de compresor obtenido con el fluido, derivando el caudal másico del refrigerante en la tubería y posteriormente calculando la disminución de presión por comparación con la disminución de presión asumida para el refrigerante de referencia.

40 Para calcular el rendimiento de compresor obtenido para R-407A y los fluidos de la invención, se asumió que el compresor era una máquina de tipo pistón que operaba a una velocidad fija y un desplazamiento de pistón conocido con una proporción de volumen de espacio libre de un 3 % y una eficiencia adiabática media (isentrópica) de un 65 %, operando a una temperatura de gas de succión de compresor constante de 20 °C. Posteriormente, se estimó la eficiencia volumétrica del compresor para cada refrigerante a partir de la proporción de presión desarrollada sobre el compresor y las propiedades termodinámicas del gas usando la relación convencional para la estimación de la eficiencia volumétrica en dicha máquina.

Las condiciones de ciclo usadas fueron:

Temperatura media del condensador	°C	40
Temperatura media del evaporador	°C	-30
Subenfriamiento del condensador	K	5
Sobrecalentamiento del evaporador	K	5
Disminución de presión del evaporador	bar	0,10
Disminución de presión de la línea de succión	bar	0,20
Disminución de presión del condensador	bar	0,10
Desplazamiento del compresor	m <sup>3</sup> /h	18
Temperatura de inyección de líquido	°C	130
Temperatura de succión del compresor	°C	20
Proporción de volumen de espacio libre del compresor		3 %
Eficiencia isentrópica del compresor		65%

50 **Mezclas R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E)**

Usando el modelo explicado anteriormente, las Tablas 3 a 34 siguientes muestran el rendimiento de composiciones seleccionadas de la invención que contienen de un 16 a un 40 % en peso de R-32, de un 10 a un 24 % en peso de R-125, de un 16 a un 28 % de R-134a y de un 8 a un 56 % en peso de R-1234ze(E).

Inmediatamente a continuación, se muestra el rendimiento modelado de R-404A, R-407C, R-407D y R-407F en la Tabla X Comparativa.

**Tabla X: Datos de Rendimiento Comparativo para las Series R-407**

		R407A	R404A	R407C	R407D	R407D
COP		1,20	1,05	1,24	1,25	1,23
COP relativo a referencia		100,0 %	87,5%	103,1 %	104,4 %	102,3%
Capacidad de enfriamiento lograda	kW	2,49	2,60	2,38	1,96	2,70
Capacidad relativa a referencia		100,0 %	104,6 %	95,6 %	79,1 %	108,8 %
Disminución de presión en la línea de succión relativa a referencia		100,0 %	155,7 %	85,8 %	71,9 %	95,5 %
Proporción de presión		12,34	11,07	12,55	13,30	11,99
Flujo másico a través de evaporador	kg/h	65,2	91,8	56,9	48,0	63,1
Flujo másico de inyección de líquido	kg/h	6,7	1,5	6,9	4,8	8,8
Temperatura de descarga de compresor	°C	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación de evaporador (fuera-dentro)	K	2,7		3,0	2,2	3,0
Presión de succión de compresor	bar	1,42	1,65	1,31	1,06	1,52
Presión de descarga de compresor	bar	17,5	18,3	16,5	14,1	18,3
Variación de condensador (dentro-fuera)	K	4,6	0,7	5,2	5,0	4,6

5 De manera inesperada, se ha descubierto que es posible lograr capacidades comparables a las de R-404A o R-407F, al tiempo que se opera a presiones de condensación más bajas que con R-404A o R-407F, y a proporciones de presión comparables o más bajas que los que se obtienen con R-407A y R-407F. De hecho, algunas de las composiciones de la invención ofrecen proporciones de presión comparables a R-404A.

10 La incorporación de R-1234ze(E) al fluido además permite una reducción de GWP de la mezcla en comparación con el valor de GWP de cualquiera de los fluidos R-407 y en comparación con R-404A. R1234ze(E) resulta inapropiado por sí mismo para esta aplicación debido a su punto de ebullición (relativamente) elevado de -19 °C. Sorprendentemente, por tanto, se ha demostrado que es posible usar cantidades significativas de R-1234ze(E) en las composiciones de la invención sin un efecto negativo sobre las presiones de operación de los fluidos.

15 Por tanto, los fluidos de la invención ofrecen un rendimiento medioambiental mejorado, significativo y altamente inesperado cuando se compara con los refrigerantes de HFC conocidos comparables (por ejemplo, R-407A, R-407F y R-404A) en los campos de:

- Eficiencia energética mejorada a capacidad comparable
- Eficiencia volumétrica mejorada y menor proporción de presión
- Menor potencial de fugas de refrigerante a partir de las líneas de presión elevada del sistema
- Valor de GWP directo menor del refrigerante

25 Los fluidos actuales más preferidos de la invención son aquellos cuya capacidad de enfriamiento se parece a la de R-404A, cuya presión de condensación está por debajo de R-404A y cuya eficiencia energética es más elevada que la de R-407A o R-407F, cuando se compara de esta forma.

30 Debería apreciarse que a temperaturas de evaporación típicas de los sistemas de refrigeración de media y alta temperatura de supermercados, se mantienen todas las mejoras de rendimiento anteriormente mencionadas y, de este modo, los fluidos encuentran aplicabilidad en todas las aplicaciones de refrigeración comerciales. De hecho, el rendimiento de los fluidos de la invención en comparación con R-404A se mejora aún más a temperaturas de evaporación elevadas. En particular, se descubre que el COP de los fluidos de la invención es similar o incluso mejor que el de R-407C. Los fluidos de la invención pueden, de este modo, encontrar aplicación no solo para refrigeración de etapa baja sino también para refrigeración de etapa media y elevada y aplicaciones de acondicionamiento de aire.

40 También se ha descubierto que, con las composiciones de la invención, es posible superar el rendimiento de R-407D, un fluido que se usa para determinadas aplicaciones de transporte refrigerado, como alternativa al refrigerante CFC R-500, por ejemplo si se usa un contenido de R-32 dentro del intervalo de un 16-20 %. Resulta evidente a partir de la comparación de rendimientos que se puede igualar o mejorar la capacidad y COP de R-4070, al tiempo que se mantiene la presión de descarga del compresor en un valor igual o por debajo de R-4070. De este modo, también se logran las ventajas previamente reivindicadas de los fluidos para la presente aplicación.

45 La invención viene definida por medio de las reivindicaciones.

Tabla 3: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 10 % de R-125 y un 16 % de R-134a

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/10/16/58	18/10/16/56	20/10/16/54	22/10/16/52	24/10/16/50	26/10/16/48	28/10/16/46
COP	1,26	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
COP relativo a referencia	105,4 %	105,6 %	105,7 %	105,9 %	105,9 %	106,0 %	106,0 %
Capacidad de enfriamiento lograda	1,76	1,84	1,92	1,99	2,07	2,15	2,23
Capacidad relativa a referencia	70,7 %	73,9 %	77,1 %	80,3 %	83,4 %	86,5 %	89,6 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	65,9 %	67,6 %	69,4 %	71,0 %	72,6 %	74,1 %	75,6 %
Proporción de presión	13,80	13,63	13,46	13,29	13,14	12,98	12,83
Flujo másico a través del evaporador	43,9	45,1	46,2	47,3	48,4	49,4	50,4
Flujo másico de inyección de líquido	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	5,4	5,9
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,2	4,5	4,8	5,0	5,2	5,3	5,3
Presión de succión del compresor	0,93	0,98	1,02	1,06	1,11	1,15	1,19
Presión de descarga del compresor	12,9	13,3	13,7	14,1	14,5	14,9	15,3
Variación del condensador (interior-exterior)	8,7	8,7	8,7	8,7	8,6	8,4	8,3

**Tabla 4: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 10 % de R-125 y un 16 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	30/10/16/44	32/10/16/42	34/10/16/40	36/10/16/38	38/10/16/36	40/10/16/34
COP	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
COP relativo a referencia	106,0 %	106,0 %	106,0 %	106,0 %	105,9 %	105,8 %
Capacidad de enfriamiento lograda	2,30	2,38	2,45	2,53	2,60	2,67
Capacidad relativa a referencia	92,7 %	95,7 %	98,7 %	101,6 %	104,6 %	107,5 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	77,0 %	78,3 %	79,6 %	80,8 %	81,9 %	83,0 %
Proporción de presión	12,69	12,55	12,42	12,29	12,17	12,05
Flujo másico a través del evaporador	51,3	52,2	53,1	53,9	54,7	55,5
Flujo másico de inyección de líquido	6,4	6,9	7,3	7,8	8,3	8,8
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	5,3	5,3	5,3	5,2	5,1	5,0
Presión de succión del compresor	1,24	1,28	1,32	1,37	1,41	1,46
Presión de descarga del compresor	15,7	16,1	16,5	16,8	17,2	17,5
Variación del condensador (interior-exterior)	8,1	7,8	7,6	7,3	7,0	6,7

**Tabla 5: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 10 % de R-125 y un 20 % de R-134a**

	16/10/20/54	18/10/20/52	20/10/20/50	22/10/20/48	24/10/20/46	26/10/20/44	28/10/20/42
<b>Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso</b>							
COP	1,26	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
COP relativo a referencia	105,3 %	105,5 %	105,6 %	105,8 %	105,8 %	105,9 %	105,9 %
Capacidad de enfriamiento lograda	1,77	1,85	1,93	2,01	2,09	2,17	2,24
Capacidad relativa a referencia	71,4 %	74,6 %	77,8 %	80,9 %	84,0 %	87,1 %	90,2 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	66,4 %	68,2 %	69,8 %	71,4 %	73,0 %	74,5 %	75,9 %
Proporción de presión	13,75	13,58	13,41	13,25	13,10	12,94	12,80
Flujo másico a través del evaporador	44,3	45,4	46,5	47,6	48,6	49,6	50,6
Flujo másico de inyección de líquido	3,3	3,7	4,2	4,6	5,1	5,6	6,0
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,0	4,3	4,5	4,7	4,9	5,0	5,0
Presión de succión del compresor	0,95	0,99	1,03	1,07	1,12	1,16	1,20
Presión de descarga del compresor	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	15,0	15,4
Variación del condensador (interior-exterior)	8,3	8,4	8,4	8,3	8,2	8,1	7,9

**Tabla 6: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 10 % de R-125 y un 20 % de R-134a**

	30/10/20/40	32/10/20/38	34/10/20/36	36/10/20/34	38/10/20/32	40/10/20/30
<b>Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso</b>	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
COP	105,9 %	105,9 %	105,9 %	105,9 %	105,8 %	105,8 %
COP relativo a referencia	2,32	2,39	2,47	2,54	2,61	2,68
Capacidad de enfriamiento lograda	93,2 %	96,2 %	99,2 %	102,2 %	105,1 %	107,9 %
Capacidad relativa a referencia	77,3 %	78,6 %	79,8 %	81,0 %	82,1 %	83,1 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	12,66	12,52	12,39	12,26	12,14	12,02
Proporción de presión	51,5	52,4	53,2	54,1	54,8	55,6
Flujo másico a través del evaporador	6,5	7,0	7,5	8,0	8,4	8,9
Flujo másico de inyección de líquido	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Temperatura de descarga del compresor	5,1	5,0	5,0	4,9	4,8	4,7
Variación del evaporador (exterior-interior)	1,25	1,29	1,33	1,38	1,42	1,46
Presión de succión del compresor	15,8	16,2	16,5	16,9	17,2	17,6
Presión de descarga del compresor	7,7	7,5	7,2	7,0	6,7	6,4
Variación del condensador (interior-exterior)						

Tabla 7: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 10 % de R-125 y un 24 % de R-134a

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/10/24/50	18/10/24/48	20/10/24/46	22/10/24/44	24/10/24/42	26/10/24/40	28/10/24/38
COP relativo a referencia	1,26	1,26	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
Capacidad de enfriamiento lograda	105,2 %	105,4 %	105,5 %	105,7 %	105,7 %	105,8 %	105,8 %
Capacidad relativa a referencia	1,79	1,87	1,95	2,03	2,10	2,18	2,26
Disminución de presión de succión relativa a referencia	72,1 %	75,3 %	78,4 %	81,5 %	84,6 %	87,7 %	90,8 %
Proporción de presión	67,0 %	68,6 %	70,3 %	71,8 %	73,4 %	74,8 %	76,2 %
Flujo másico a través del evaporador	13,70	13,53	13,37	13,21	13,06	12,91	12,77
Flujo másico de inyección de líquido	44,6	45,7	46,8	47,9	48,9	49,9	50,8
Temperatura de descarga del compresor	3,4	3,9	4,3	4,8	5,2	5,7	6,2
Variación del evaporador (exterior-interior)	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Presión de succión del compresor	3,8	4,1	4,3	4,5	4,6	4,7	4,8
Presión de descarga del compresor	0,96	1,00	1,04	1,08	1,13	1,17	1,21
Variación del condensador (interior-exterior)	13,1	13,5	13,9	14,3	14,7	15,1	15,5
	7,9	8,0	8,0	7,9	7,8	7,7	7,5

Tabla 8: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 10 % de R-125 y un 24 % de R-134a

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	30/10/24/36	32/10/24/34	34/10/24/32	36/10/24/30	38/10/24/28	40/10/24/26
COP	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
COP relativo a referencia	105,9 %	105,9 %	105,8 %	105,8 %	105,8 %	105,7 %
Capacidad de enfriamiento lograda	2,33	2,40	2,48	2,55	2,62	2,69
Capacidad relativa a referencia	93,8 %	96,7 %	99,7 %	102,6 %	105,5 %	108,4 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	77,5 %	78,8 %	80,0 %	81,1 %	82,2 %	83,2 %
Proporción de presión	12,63	12,49	12,36	12,24	12,12	12,00
Flujo másico a través del evaporador	51,7	52,6	53,4	54,2	54,9	55,6
Flujo másico de inyección de líquido	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6	9,0
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,4
Presión de succión del compresor	1,26	1,30	1,34	1,38	1,43	1,47
Presión de descarga del compresor	15,9	16,2	16,6	16,9	17,3	17,6
Variación del condensador	7,3	7,1	6,9	6,7	6,4	6,2

**Tabla 9: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 10 % de R-125 y un 28 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/10/28/46		18/10/28/44		20/10/28/42		22/10/28/40		24/10/28/38		26/10/28/36		28/10/28/34	
	COP	1,26	1,26	1,26	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
COP relativo a referencia	105,1 %	105,3 %	105,3 %	105,5 %	105,5 %	105,6 %	105,6 %	105,7 %	105,7 %	105,7 %	105,7 %	105,7 %	105,8 %	105,8 %
Capacidad de enfriamiento lograda	1,81	1,89	1,89	1,96	1,96	2,04	2,04	2,12	2,12	2,12	2,19	2,19	2,27	2,27
Capacidad relativa a referencia	72,8 %	75,9 %	75,9 %	79,0 %	79,0 %	82,1 %	82,1 %	85,2 %	85,2 %	85,2 %	88,3 %	88,3 %	91,3 %	91,3 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	67,4 %	69,1 %	69,1 %	70,6 %	70,6 %	72,2 %	72,2 %	73,6 %	73,6 %	73,6 %	75,1 %	75,1 %	76,4 %	76,4 %
Flujo másico a través del evaporador	44,9	46,0	46,0	47,1	47,1	48,1	48,1	49,1	49,1	49,1	50,0	50,0	51,0	51,0
Flujo másico de inyección de líquido	3,5	4,0	4,0	4,4	4,4	4,9	4,9	5,4	5,4	5,4	5,8	5,8	6,3	6,3
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	3,6	3,9	3,9	4,1	4,1	4,2	4,2	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5
Presión de succión del compresor	0,97	1,01	1,01	1,05	1,05	1,09	1,09	1,14	1,14	1,14	1,18	1,18	1,22	1,22
Presión de descarga del compresor	13,2	13,6	13,6	14,0	14,0	14,4	14,4	14,8	14,8	14,8	15,2	15,2	15,6	15,6
Variación del condensador (interior-exterior)	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4	7,2	7,2

Tabla 10: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 10 % de R-125 y un 28 % de R-134a

	30/10/128/32	32/10/28/30	34/10/28/28	36/10/28/26	38/10/28/24	40/10/28/22
Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
COP	105,8 %	105,8 %	105,8 %	105,8 %	105,7 %	105,7 %
COP relativo a referencia	2,34	2,42	2,49	2,56	2,63	2,70
Capacidad de enfriamiento lograda	94,3 %	97,2 %	100,2 %	103,0 %	105,9 %	108,7 %
Capacidad relativa a referencia	77,7 %	78,9 %	80,1 %	81,1 %	82,2 %	83,1 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	12,60	12,47	12,34	12,22	12,10	11,98
Proporción de presión	51,8	52,7	53,5	54,2	55,0	55,7
Flujo másico a través del evaporador	6,8	7,2	7,7	8,2	8,7	9,2
Flujo másico de inyección de líquido	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Temperatura de descarga del compresor	4,5	4,5	4,5	4,4	4,3	4,2
Variación del evaporador (exterior-interior)	1,26	1,31	1,35	1,39	1,43	1,48
Presión de succión del compresor	15,9	16,3	16,6	17,0	17,3	17,7
Presión de descarga del compresor	7,0	6,8	6,6	6,4	6,2	5,9
Variación del condensador						

Tabla 11: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 15 % de R-125 y un 16 % de R-134a

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/15/16/53		18/15/16/51		20/15/16/49		22/15/16/47		24/15/16/45		26/15/16/43		28/15/16/41	
	COP	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
COP relativo a referencia	104,6 %	104,8 %	104,9 %	104,9 %	104,9 %	105,0 %	105,0 %	105,0 %	105,1 %	105,1 %	105,2 %	105,2 %	105,2 %	105,2 %
Capacidad de enfriamiento lograda	1,83	1,91	1,99	1,99	1,99	2,07	2,07	2,15	2,15	2,15	2,23	2,23	2,31	2,31
Capacidad relativa a referencia	73,6 %	76,9 %	80,2 %	80,2 %	80,2 %	83,4 %	83,4 %	86,6 %	86,6 %	86,6 %	89,7 %	89,7 %	92,9 %	92,9 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	70,0 %	71,8 %	73,5 %	73,5 %	73,5 %	75,2 %	75,2 %	76,8 %	76,8 %	76,8 %	78,4 %	78,4 %	79,9 %	79,9 %
Proporción de presión	13,65	13,47	13,31	13,31	13,31	13,14	13,14	12,99	12,99	12,99	12,84	12,84	12,69	12,69
Flujo másico a través del evaporador	46,5	47,7	48,8	48,8	48,8	49,9	49,9	51,0	51,0	51,0	52,0	52,0	53,0	53,0
Flujo másico de inyección de líquido	3,4	3,8	4,3	4,3	4,3	4,8	4,8	5,3	5,3	5,3	5,8	5,8	6,2	6,2
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,4	4,6	4,8	4,8	4,8	5,0	5,0	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Presión de succión del compresor	0,98	1,03	1,07	1,07	1,07	1,11	1,11	1,16	1,16	1,16	1,20	1,20	1,25	1,25
Presión de descarga del compresor	13,4	13,8	14,2	14,2	14,2	14,7	14,7	15,1	15,1	15,1	15,5	15,5	15,9	15,9
Variación del condensador (interior-exterior)	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,4	8,4	8,2	8,2	8,2	8,0	8,0	7,8	7,8

**Tabla 12: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 15 % de R-125 y un 16 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	30/15/16/39	32/15/16/37	34/15/16/35	36/15/16/33	38/15/16/31	40/15/16/29
COP	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
COP relativo a referencia	105,2 %	105,2 %	105,1 %	105,1 %	105,0 %	105,0 %
Capacidad de enfriamiento lograda	2,39	2,46	2,54	2,61	2,69	2,76
Capacidad relativa a referencia	96,0 %	99,1 %	102,1 %	105,1 %	108,1 %	111,0 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	81,3 %	82,6 %	83,9 %	85,1 %	86,3 %	87,4 %
Proporción de presión	12,55	12,41	12,28	12,15	12,03	11,91
Flujo másico a través del evaporador	54,0	54,9	55,8	56,6	57,4	58,2
Flujo másico de inyección de líquido	6,7	7,2	7,7	8,3	8,8	9,3
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	5,1	5,1	5,0	4,9	4,7	4,6
Presión de succión del compresor	1,29	1,34	1,38	1,43	1,47	1,52
Presión de descarga del compresor	16,2	16,6	17,0	17,4	17,7	18,1
Variación del condensador (interior-exterior)	7,6	7,3	7,1	6,8	6,5	6,2

**Tabla 13: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 15 % de R-125 y un 20 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/15/20/49	18/15/20/47	20/15/20/45	22/15/20/43	24/15/20/41	26/15/20/39	28/15/20/37
COP	1,25	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
COP relativo a referencia	104,5 %	104,7 %	104,8 %	104,9 %	105,0 %	105,1 %	105,1 %
Capacidad de enfriamiento lograda	1,85	1,93	2,01	2,09	2,17	2,25	2,32
Capacidad relativa a referencia	74,4 %	77,6 %	80,8 %	84,0 %	87,2 %	90,3 %	93,5 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	70,5 %	72,3 %	74,0 %	75,6 %	77,2 %	78,7 %	80,2 %
Proporción de presión	13,60	13,43	13,26	13,10	12,95	12,80	12,65
Flujo másico a través del evaporador	46,8	48,0	49,1	50,2	51,3	52,3	53,2
Flujo másico de inyección de líquido	3,5	4,0	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,1	4,4	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9
Presión de succión del compresor	0,99	1,04	1,08	1,13	1,17	1,21	1,26
Presión de descarga del compresor	13,5	13,9	14,3	14,7	15,1	15,5	15,9
Variación del condensador (interior-exterior)	8,1	8,1	8,1	8,0	7,8	7,7	7,5

**Tabla 14: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 15 % de R-125 y un 20 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	30/15/20/35	32/15/20/33	34/15/20/31	36/15/20/29	38/15/20/27	40/15/20/25
COP	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
COP relativo a referencia	105,1 %	105,1 %	105,0 %	105,0 %	105,0 %	104,9 %
Capacidad de enfriamiento lograda	2,40	2,48	2,55	2,62	2,70	2,77
Capacidad relativa a referencia	96,5 %	99,6 %	102,6 %	105,6 %	108,5 %	111,5 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	81,5 %	82,9 %	84,1 %	85,3 %	86,4 %	87,4 %
Proporción de presión	12,52	12,38	12,25	12,13	12,01	11,89
Flujo másico a través del evaporador	54,2	55,1	55,9	56,8	57,5	58,3
Flujo másico de inyección de líquido	6,9	7,4	7,9	8,4	8,9	9,4
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,8	4,8	4,7	4,6	4,5	4,3
Presión de succión del compresor	1,30	1,35	1,39	1,44	1,48	1,53
Presión de descarga del compresor	16,3	16,7	17,1	17,4	17,8	18,1
Variación del condensador (interior-exterior)	7,2	7,0	6,7	6,5	6,2	5,9

**Tabla 15: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 15 % de R-125 y un 24 % de R-134a**

	Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso							
	16/15/24/45	18/15/24/43	20/15/24/41	22/15/24/39	24/15/24/37	26/15/24/35	28/15/24/33	
COP	1,25	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	
COP relativo a referencia	104,4 %	104,6 %	104,7 %	104,8 %	104,9 %	105,0 %	105,0 %	
Capacidad de enfriamiento lograda	1,87	1,95	2,02	2,10	2,18	2,26	2,34	
Capacidad relativa a referencia	75,0 %	78,3 %	81,5 %	84,6 %	87,8 %	90,9 %	94,0 %	
Disminución de presión de succión relativa a referencia	71,0 %	72,8 %	74,4 %	76,0 %	77,6 %	79,0 %	80,4 %	
Proporción de presión	13,55	13,38	13,22	13,06	12,91	12,77	12,62	
Flujo másico a través del evaporador	47,2	48,3	49,4	50,5	51,5	52,5	53,4	
Flujo másico de inyección de líquido	3,6	4,1	4,6	5,0	5,5	6,0	6,5	
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	
Variación del evaporador (exterior-interior)	3,9	4,1	4,3	4,4	4,5	4,6	4,6	
Presión de succión del compresor	1,00	1,05	1,09	1,14	1,18	1,22	1,27	
Presión de descarga del compresor	13,6	14,0	14,4	14,8	15,2	15,6	16,0	
Variación del condensador (interior-exterior)	7,7	7,8	7,7	7,6	7,5	7,3	7,1	

**Tabla 16: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 15 % de R-125 y un 24 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	30/15/24/31	32/15/24/29	34/15/24/27	36/15/24/25	38/15/24/23	40/15/24/21
COP	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
COP relativo a referencia	105,0 %	105,0 %	105,0 %	105,0 %	104,9 %	104,9 %
Capacidad de enfriamiento lograda	2,41	2,49	2,56	2,64	2,71	2,78
Capacidad relativa a referencia	97,1 %	100,1 %	103,1 %	106,0 %	109,0 %	111,9 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	81,8 %	83,0 %	84,2 %	85,3 %	86,4 %	87,4 %
Proporción de presión	12,49	12,35	12,23	12,10	11,98	11,87
Flujo másico a través del evaporador	54,3	55,2	56,0	56,8	57,6	58,3
Flujo másico de inyección de líquido	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1
Presión de succión del compresor	1,31	1,36	1,40	1,45	1,49	1,53
Presión de descarga del compresor	16,4	16,8	17,1	17,5	17,8	18,2
Variación del condensador (interior-exterior)	6,9	6,7	6,4	6,2	5,9	5,6

**Tabla 17: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 15 % de R-125 y un 28 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/15/28/41	18/15/28/39	20/15/28/37	22/15/28/35	24/15/28/33	26/15/28/31	28/15/28/29
COP	1,25	1,25	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
COP relativo a referencia	104,4 %	104,5 %	104,7 %	104,8 %	104,9 %	104,9 %	104,9 %
Capacidad de enfriamiento lograda	1,88	1,96	2,04	2,12	2,20	2,27	2,35
Capacidad relativa a referencia	75,7 %	78,9 %	82,1 %	85,2 %	88,4 %	91,5 %	94,5 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	71,5 %	73,2 %	74,8 %	76,3 %	77,8 %	79,2 %	80,6 %
Proporción de presión	13,50	13,34	13,18	13,03	12,88	12,73	12,59
Flujo másico a través del evaporador	47,5	48,6	49,6	50,7	51,7	52,7	53,6
Flujo másico de inyección de líquido	3,8	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,6
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	3,7	3,9	4,1	4,2	4,3	4,3	4,3
Presión de succión del compresor	1,01	1,06	1,10	1,14	1,19	1,23	1,28
Presión de descarga del compresor	13,7	14,1	14,5	14,9	15,3	15,7	16,1
Variación del condensador (interior-exterior)	7,4	7,4	7,4	7,3	7,2	7,0	6,8

**Tabla 18: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 15 % de R-125 y un 28 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	30/15/28/27	32/15/28/25	34/15/28/23	36/15/28/21	38/15/28/19	40/15/28/17
COP	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
COP relativo a referencia	105,0 %	105,0 %	105,0 %	104,9 %	104,9 %	104,9 %
Capacidad de enfriamiento lograda	2,42	2,50	2,57	2,65	2,72	2,79
Capacidad relativa a referencia	97,5 %	100,5 %	103,5 %	106,4 %	109,3 %	112,2 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	81,9 %	83,1 %	84,3 %	85,4 %	86,4 %	87,3 %
Proporción de presión	12,46	12,33	12,20	12,08	11,97	11,85
Flujo másico a través del evaporador	54,5	55,3	56,1	56,9	57,6	58,3
Flujo másico de inyección de líquido	7,1	7,6	8,1	8,6	9,2	9,7
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,3	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9
Presión de succión del compresor	1,32	1,36	1,41	1,45	1,50	1,54
Presión de descarga del compresor	16,5	16,8	17,2	17,5	17,9	18,2
Variación del condensador (Interior-exterior)	6,6	6,4	6,2	5,9	5,7	5,4

**Tabla 19: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 20 % de R-125 y un 16 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/20/16/48	18/20/16/46	20/20/16/44	22/20/16/42	24/20/16/40	26/20/16/38	28/20/16/36
COP	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
COP relativo a referencia	103,8 %	104,0 %	104,1 %	104,2 %	104,2 %	104,2 %	104,3 %
Capacidad de enfriamiento lograda	1,91	1,99	2,07	2,15	2,23	2,31	2,39
Capacidad relativa a referencia	76,7 %	80,0 %	83,3 %	86,6 %	89,9 %	93,1 %	96,3 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	74,4 %	76,2 %	78,0 %	79,7 %	81,4 %	83,0 %	84,5 %
Proporción de presión	13,49	13,32	13,15	12,99	12,83	12,69	12,54
Flujo másico a través del evaporador	49,2	50,4	51,6	52,7	53,8	54,9	55,9
Flujo másico de inyección de líquido	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,4	4,6	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9
Presión de succión del compresor	1,03	1,08	1,12	1,17	1,22	1,26	1,31
Presión de descarga del compresor	13,9	14,3	14,8	15,2	15,6	16,0	16,4
Variación del condensador (interior-exterior)	8,3	8,2	8,1	8,0	7,8	7,6	7,3

**Tabla 20: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 20 % de R-125 y un 16 % de R-134a**

	Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso							
	30/20/16/34	32/20/16/32	34/20/16/30	36/20/16/28	38/20/16/26	40/20/16/24		
COP	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25		
COP relativo a referencia	104,3 %	104,2 %	104,2 %	104,2 %	104,1 %	104,1 %		
Capacidad de enfriamiento lograda	2,47	2,55	2,62	2,70	2,78	2,85		
Capacidad relativa a referencia	99,4 %	102,5 %	105,6 %	108,7 %	111,7 %	114,7 %		
Disminución de presión de succión relativa a referencia	85,9 %	87,3 %	88,5 %	89,8 %	90,9 %	92,0 %		
<i>Proporción de presión</i>	12,40	12,27	12,14	12,01	11,89	11,77		
Flujo másico a través del evaporador	56,8	57,8	58,7	59,5	60,4	61,1		
Flujo másico de inyección de líquido	7,1	7,7	8,2	8,7	9,2	9,8		
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0		
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,8	4,7	4,6	4,5	4,3	4,1		
Presión de succión del compresor	1,35	1,40	1,45	1,49	1,54	1,59		
Presión de descarga del compresor	16,8	17,2	17,6	17,9	18,3	18,7		
Variación del condensador (interior-exterior)	7,1	6,8	6,5	6,2	5,9	5,6		

Tabla 21: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 20 % de R-125 y un 20 % de R-134a

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	20 % de R-134a							
	16/20/20/44	18/20/20/42	20/20/20/40	22/20/20/38	24/20/20/36	26/20/20/34	28/20/20/32	
COP relativo a referencia	1,24	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	
Capacidad de enfriamiento lograda	103,7 %	903,9 %	104,0 %	104,1 %	104,1 %	104,2 %	104,2 %	
Capacidad relativa a referencia	1,92	2,01	2,09	2,17	2,25	2,33	2,41	
Disminución de presión de succión relativa a referencia	77,4 %	80,7 %	84,0 %	87,3 %	90,5 %	93,7 %	96,8 %	
Proporción de presión	74,9 %	76,7 %	78,5 %	80,2 %	81,8 %	83,3 %	84,7 %	
Flujo másico a través del evaporador	13,44	13,27	13,11	12,95	12,80	12,65	12,51	
Flujo másico de inyección de líquido	49,5	50,7	51,9	53,0	54,1	55,1	56,1	
Temperatura de descarga del compresor	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	
Variación del evaporador (exterior-interior)	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	
Presión de succión del compresor	4,2	4,3	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	
Presión de descarga del compresor	1,04	1,09	1,13	1,18	1,23	1,27	1,32	
Variación del condensador (interior-exterior)	14,0	14,4	14,9	15,3	15,7	16,1	16,5	
	7,9	7,8	7,7	7,6	7,4	7,2	7,0	

**Tabla 22: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 20 % de R-125 y un 20 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	30/20/20/30	32/20/20/28	34/20/20/26	36/20/20/24	38/20/20/22	40/20/20/20
COP	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
COP relativo a referencia	104,2 %	104,2 %	104,1 %	104,1 %	104,1 %	104,0 %
Capacidad de enfriamiento lograda	2,48	2,56	2,64	2,71	2,79	2,86
Capacidad relativa a referencia	100,0 %	103,1 %	106,1 %	109,2 %	112,1 %	115,1 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	86,1 %	87,4 %	88,7 %	89,9 %	91,0 %	92,1 %
Proporción de presión	12,37	12,24	12,11	11,98	11,87	11,75
Flujo másico a través del evaporador	57,0	57,9	58,8	59,6	60,4	61,2
Flujo másico de inyección de líquido	7,3	7,8	8,3	8,9	9,4	9,9
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,6	4,5	4,3	4,2	4,1	3,9
Presión de succión del compresor	1,36	1,41	1,46	1,50	1,55	1,59
Presión de descarga del compresor	16,9	17,3	17,6	18,0	18,4	18,7
Variación del condensador (interior-exterior)	6,7	6,5	6,2	5,9	5,6	5,3

Tabla 23: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 20 % de R-125 y un 24 % de R-134a

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/20/24/40	18/20/24/38	20/20/24/36	22/20/24/34	24/20/24/32	26/20/24/30	28/20/24/28
COP	1,24	1,24	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
COP relativo a referencia	103,6 %	103,8 %	103,9 %	104,0 %	104,0 %	104,1 %	104,1 %
Capacidad de enfriamiento lograda	1,94	2,02	2,10	2,18	2,26	2,34	2,42
Capacidad relativa a referencia	78,1 %	81,4 %	84,6 %	87,9 %	91,1 %	94,2 %	97,4 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	75,4 %	77,2 %	78,9 %	80,5 %	82,1 %	83,5 %	85,0 %
Proporción de presión	13,39	13,23	13,07	12,91	12,76	12,62	12,48
Flujo másico a través del evaporador	49,8	51,0	52,1	53,2	54,3	55,3	56,2
Flujo másico de inyección de líquido	3,8	4,3	4,8	5,3	5,9	6,4	6,9
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	3,9	4,1	4,2	4,3	4,4	4,4	4,3
Presión de succión del compresor	1,05	1,10	1,14	1,19	1,24	1,28	1,33
Presión de descarga del compresor	14,1	14,5	14,9	15,4	15,8	16,2	16,6
Variación del condensador (interior-exterior)	7,5	7,5	7,4	7,2	7,1	6,9	6,7

**Tabla 24: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 20 % de R-125 y un 24 % de R-134a**

		30/20/24/26	32/20/24/24	34/20/24/22	36/20/24/20	38/20/24/18	40/20/24/16
<b>Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso</b>		1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
COP		104,1 %	104,1 %	104,1 %	104,1 %	104,1 %	104,0 %
COP relativo a referencia		2,50	2,57	2,65	2,72	2,80	2,87
Capacidad de enfriamiento lograda	kW	100,5 %	103,5 %	106,6 %	109,6 %	112,5 %	115,5 %
Capacidad relativa a referencia		86,3 %	87,6 %	88,8 %	89,9 %	91,0 %	92,0 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia		12,34	12,21	12,08	11,96	11,85	11,73
Proporción de presión		57,2	58,0	58,9	59,7	60,5	61,2
Flujo másico a través del evaporador	kg/h	7,4	7,9	8,5	9,0	9,5	10,0
Flujo másico de inyección de líquido	kg/h	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Temperatura de descarga del compresor	°C	4,3	4,2	4,1	4,0	3,8	3,7
Variación del evaporador (exterior-interior)	K	1,37	1,42	1,46	1,51	1,55	1,60
Presión de succión del compresor	bar	16,9	17,3	17,7	18,0	18,4	18,8
Presión de descarga del compresor	bar	6,4	6,2	5,9	5,7	5,4	5,1
Variación del condensador (interior-exterior)	K						

**Tabla 25: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 20 % de R-125 y un 28 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/20/28/36	18/20/28/34	20/20/28/32	22/20/28/30	24/20/28/28	26/20/28/26	28/20/28/24
COP	1,24	1,24	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
COP relativo a referencia	103,5 %	103,7 %	103,8 %	103,9 %	104,0 %	104,0 %	104,1 %
Capacidad de enfriamiento lograda	1,96	2,04	2,12	2,20	2,28	2,35	2,43
Capacidad relativa a referencia	78,7 %	82,0 %	85,2 %	88,4 %	91,6 %	94,7 %	97,9 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	75,9 %	77,6 %	79,2 %	80,8 %	82,3 %	83,7 %	85,1 %
Proporción de presión	13,35	13,19	13,03	12,88	12,73	12,59	12,45
Flujo másico a través del evaporador	50,1	51,3	52,4	53,4	54,4	55,4	56,4
Flujo másico de inyección de líquido	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	3,7	3,9	4,0	4,1	4,1	4,1	4,1
Presión de succión del compresor	1,06	1,11	1,15	1,20	1,24	1,29	1,33
Presión de descarga del compresor	14,2	14,6	15,0	15,4	15,8	16,2	16,6
Variación del condensador (interior-exterior)	7,2	7,1	7,0	6,9	6,8	6,6	6,4

**Tabla 26: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 20 % de R-125 y un 28 % de R-134a**

	Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso							
	30/20/28/22	32/20/28/20	34/20/28/18	36/20/28/16	38/20/28/14	40/20/28/12		
COP	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25		
COP relativo a referencia	104,1 %	104,1 %	104,1 %	104,1 %	104,1 %	104,0 %		
Capacidad de enfriamiento lograda	2,51	2,58	2,66	2,73	2,81	2,88		
Capacidad relativa a referencia	100,9 %	104,0 %	107,0 %	109,9 %	112,9 %	115,8 %		
Disminución de presión de succión relativa a referencia	86,4 %	87,6 %	88,8 %	89,8 %	90,8 %	91,8 %		
Proporción de presión	12,32	12,19	12,07	11,95	11,83	11,72		
Flujo másico a través del evaporador	57,2	58,1	58,9	59,7	60,4	61,1		
Flujo másico de inyección de líquido	7,5	8,1	8,6	9,1	9,6	10,2		
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0		
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,1	4,0	3,9	3,8	3,6	3,5		
Presión de succión del compresor	1,38	1,43	1,47	1,51	1,56	1,60		
Presión de descarga del compresor	17,0	17,4	17,7	18,1	18,5	18,8		
Variación del condensador (interior-exterior)	6,2	5,9	5,7	5,4	5,2	4,9		

Tabla 27: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 24 % de R-125 y un 16 % de R-134a

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/24/16/44	18/24/16/42	20/24/16/40	22/24/16/38	24/24/16/36	26/24/16/34	28/24/16/32
COP	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
COP relativo a referencia	103,1 %	103,2 %	103,3 %	103,4 %	103,5 %	103,5 %	103,5 %
Capacidad de enfriamiento lograda	1,97	2,05	2,14	2,22	2,30	2,38	2,46
Capacidad relativa a referencia	79,2 %	82,6 %	85,9 %	89,3 %	92,6 %	95,8 %	99,0 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	78,2 %	80,1 %	81,9 %	83,6 %	85,3 %	86,9 %	88,4 %
Proporción de presión	13,36	13,19	13,02	12,86	12,71	12,56	12,42
Flujo másico a través del evaporador	51,5	52,7	53,9	55,1	56,2	57,2	58,3
Flujo másico de inyección de líquido	3,8	4,3	4,8	5,3	5,8	6,4	6,9
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,4	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Presión de succión del compresor	1,07	1,12	1,17	1,21	1,26	1,31	1,36
Presión de descarga del compresor	14,3	14,8	15,2	15,6	16,0	16,5	16,9
Variación del condensador (interior-exterior)	8,0	7,9	7,8	7,6	7,4	7,2	6,9

**Tabla 28: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 24 % de R-125 y un 16 % de R-134a**

		30/24/16/30	32/24/16/28	34/24/16/26	36/24/16/24	38/24/16/22	40/24/16/20
<b>Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso</b>		1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
COP relativo a referencia		103,5 %	103,5 %	103,4 %	103,4 %	103,4 %	103,3 %
Capacidad de enfriamiento lograda	kW	2,54	2,62	2,70	2,77	2,85	2,93
Capacidad relativa a referencia		102,2 %	105,4 %	108,5 %	111,6 %	114,7 %	117,7 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia		89,8 %	91,2 %	92,5 %	93,8 %	94,9 %	96,0 %
Proporción de presión		12,28	12,15	12,02	11,89	11,77	11,65
Flujo másico a través del evaporador	kg/h	59,3	60,2	61,1	62,0	62,8	63,6
Flujo másico de inyección de líquido	kg/h	7,5	8,0	8,6	9,1	9,7	10,2
Temperatura de descarga del compresor	°C	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	K	4,6	4,4	4,3	4,1	3,9	3,7
Presión de succión del compresor	bar	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,64
Presión de descarga del compresor	bar	17,3	17,6	18,0	18,4	18,8	19,1
Variación del condensador (interior-exterior)	K	6,6	6,3	6,0	5,7	5,4	5,1

**Tabla 29: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 24 % de R-125 y un 20 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/24/20/40	18/24/20/38	20/24/20/26	22/24/20/34	24/24/20/32	26/24/20/30	28/24/20/28
COP	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
COP relativo a referencia	103,0 %	103,1 %	103,2 %	103,3 %	103,4 %	103,4 %	103,4 %
Capacidad de enfriamiento lograda	1,99	2,07	2,15	2,23	2,32	2,40	2,48
Capacidad relativa a referencia	79,9 %	83,3 %	86,6 %	89,9 %	93,2 %	96,4 %	99,6 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	78,7 %	80,5 %	82,3 %	84,0 %	85,6 %	87,2 %	88,6 %
Proporción de presión	13,31	13,14	12,98	12,82	12,67	12,53	12,39
Flujo másico a través del evaporador	51,8	53,0	54,2	55,3	56,4	57,5	58,5
Flujo másico de inyección de líquido	3,9	4,4	4,9	5,4	6,0	6,5	7,1
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,1	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Presión de succión del compresor	1,08	1,13	1,18	1,23	1,27	1,32	1,37
Presión de descarga del compresor	14,4	14,9	15,3	15,7	16,1	16,5	16,9
Variación del condensador (interior-exterior)	7,6	7,5	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6

**Tabla 30: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 24 % de R-125 y un 20 % de R-134a**

	30/24/20/26	32/24/20/24	34/24/20/22	36/24/20/20	38/24/20/18	40/24/20/16
<b>Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso</b>	1,24 103,4 %	1,24 103,4 %	1,24 103,4 %	1,24 103,4 %	1,24 103,3 %	1,24 103,3 %
COP relativo a referencia	2,55	2,63	2,71	2,79	2,86	2,94
Capacidad de enfriamiento lograda	102,8 %	105,9 %	109,0 %	112,1 %	115,1 %	118,1 %
Capacidad relativa a referencia	90,0 %	91,4 %	92,6 %	93,8 %	94,9 %	96,0 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	12,25	12,12	11,99	11,87	11,75	11,63
Proporción de presión	59,4	60,3	61,2	62,1	62,9	63,6
Flujo másico a través del evaporador	7,6	8,2	8,7	9,2	9,8	10,3
Flujo másico de inyección de líquido	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Temperatura de descarga del compresor	4,3	4,2	4,0	3,9	3,7	3,5
Variación del evaporador (exterior-interior)	1,41	1,46	1,51	1,56	1,60	1,65
Presión de succión del compresor	17,3	17,7	18,1	18,5	18,8	19,2
Presión de descarga del compresor	6,3	6,0	5,7	5,5	5,2	4,9
Variación del condensador (interior-exterior)						

**Tabla 31: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 24 % de R-125 y un 24 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/24/24/36	18/24/24/34	20/24/24/32	22/24/24/30	24/24/24/28	26/24/24/26	28/24/24/24
COP	1,23	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
COP relativo a referencia	102,9 %	103,0 %	103,2 %	103,2 %	103,3 %	103,3 %	103,4 %
Capacidad de enfriamiento lograda	2,00	2,09	2,17	2,25	2,33	2,41	2,49
Capacidad relativa a referencia	80,6 %	83,9 %	87,2 %	90,5 %	93,7 %	96,9 %	100,1 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	79,2 %	81,0 %	82,7 %	84,3 %	85,9 %	87,4 %	88,8 %
Proporción de presión	13,26	13,10	12,94	12,79	12,64	12,50	12,36
Flujo másico a través del evaporador	52,1	53,3	54,5	55,6	56,6	57,6	58,6
Flujo másico de inyección de líquido	4,0	4,5	5,1	5,6	6,1	6,7	7,2
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,1
Presión de succión del compresor	1,09	1,14	1,19	1,23	1,28	1,33	1,38
Presión de descarga del compresor	14,5	15,0	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0
Variación del condensador (interior-exterior)	7,3	7,2	7,1	6,9	6,7	6,5	6,3

**Tabla 32: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 24 % de R-125 y un 24 % de R-134a**

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	30/24/24/22	32/24/24/20	34/24/24/18	36/24/24/16	38/24/24/14	40/24/24/12
COP	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
COP relativo a referencia	103,4 %	103,4 %	103,4 %	103,4 %	103,3 %	103,3 %
Capacidad de enfriamiento lograda	2,57	2,64	2,72	2,80	2,87	2,94
Capacidad relativa a referencia	103,3 %	106,4 %	109,4 %	112,5 %	115,5 %	118,4 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	90,2 %	91,4 %	92,6 %	93,8 %	94,8 %	95,8 %
Proporción de presión	12,22	12,09	11,97	11,85	11,73	11,62
Flujo másico a través del evaporador	59,5	60,4	61,3	62,1	62,9	63,6
Flujo másico de inyección de líquido	7,7	8,3	8,8	9,4	9,9	10,5
Temperatura de descarga del compresor	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Variación del evaporador (exterior-interior)	4,0	3,9	3,8	3,7	3,5	3,3
Presión de succión del compresor	1,42	1,47	1,52	1,56	1,61	1,65
Presión de descarga del compresor	17,4	17,8	18,1	18,5	18,9	19,2
Variación del condensador (interior-exterior)	6,0	5,8	5,5	5,2	4,9	4,7

Tabla 33: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 16-28 % de R-32, un 24 % de R-125 y un 28 % de R-134a

Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso	16/24/28/32	18/24/28/30	20/24/28/28	22/24/28/26	24/24/28/24	26/24/28/22	28/24/28/20
COP relativo a referencia	1,23	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
Capacidad de enfriamiento lograda	102,8 %	103,0 %	103,1 %	103,2 %	103,3 %	103,3 %	103,3 %
Capacidad relativa a referencia	2,02	2,10	2,18	2,26	2,34	2,42	2,50
Disminución de presión de succión relativa a referencia	81,2 %	84,5 %	87,8 %	91,1 %	94,3 %	97,4 %	100,6 %
Proporción de presión	79,6 %	81,3 %	83,0 %	84,6 %	86,1 %	87,5 %	88,9 %
Flujo másico a través del evaporador	13,22	13,06	12,91	12,76	12,61	12,47	12,33
Flujo másico de inyección de líquido	52,4	53,6	54,7	55,7	56,8	57,8	58,7
Temperatura de descarga del compresor	4,2	4,7	5,2	5,7	6,3	6,8	7,3
Variación del evaporador (exterior-interior)	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Presión de succión del compresor	3,7	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Presión de descarga del compresor	1,10	1,15	1,20	1,24	1,29	1,34	1,38
Variación del condensador (interior-exterior)	14,6	15,0	15,5	15,9	16,3	16,7	17,1
	6,9	6,8	6,7	6,6	6,4	6,2	6,0

**Tabla 34: Datos de Rendimiento Teórico de mezclas seleccionadas de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) que contienen un 30-40 % de R-32, un 24 % de R-125 y un 28 % de R-134a**

	30/24/28/18	32/24/28/16	34/24/28/14	36/24/28/12	38/24/28/10	40/24/28/18
<b>Composición de R-32/R-125/R-134a/R-1234ze(E) % en peso</b>	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
COP	103,4 %	103,4 %	103,4 %	103,4 %	103,3 %	103,3 %
COP relativo a referencia	2,58	2,65	2,73	2,80	2,88	2,95
Capacidad de enfriamiento lograda	103,7 %	106,8 %	109,8 %	112,8 %	115,8 %	118,7 %
Capacidad relativa a referencia	90,2 %	91,4 %	92,5 %	93,6 %	94,6 %	95,6 %
Disminución de presión de succión relativa a referencia	12,20	12,07	11,95	11,83	11,72	11,61
Proporción de presión	59,6	60,5	61,3	62,1	62,8	63,5
Flujo másico a través del evaporador	7,9	8,4	9,0	9,5	10,1	10,6
Flujo másico de inyección de líquido	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Temperatura de descarga del compresor	3,8	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2
Variación del evaporador (exterior-interior)	1,43	1,48	1,52	1,57	1,61	1,66
Presión de succión del compresor	17,4	17,8	18,2	18,6	18,9	19,3
Presión de descarga del compresor	5,8	5,5	5,3	5,0	4,8	4,5
Variación del condensador (interior-exterior)						

## REIVINDICACIONES

1. Una composición de transferencia de calor que comprende:
- 5 de aproximadamente un 5 a aproximadamente un 40 % en peso de *trans*-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234ze(E)), de aproximadamente un 20 a aproximadamente un 35 % en peso de difluorometano (R-32), de aproximadamente un 15 a aproximadamente un 30 % en peso de pentafluoroetano (R-125) y de aproximadamente un 12 a aproximadamente un 50 % en peso de 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a), con la condición de que la composición no contenga un 30 % de R-32, un 30 % de R-125, un 16,8 % de R-134a, un 16 % de R-1234ze y un 7,2 % de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) en peso.
- 10
2. Una composición de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la composición tiene:
- 15 (a) un límite de inflamabilidad más elevado;  
(b) una energía de ignición más elevada; y/o  
(c) una velocidad de llama más baja
- en comparación con R-32 solo, preferentemente en donde la composición no es inflamable.
- 20
3. Una composición que comprende un lubricante y una composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
4. Una composición de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el lubricante está seleccionado entre aceite mineral, aceite de silicona, polialquil bencenos (PAB), poli(ésteres de alcohol) (POE), polialquilen glicoles (PAG), poli(ésteres de alquilen glicol) (éteres de PAG), poli(éteres vinílicos) (PVE), poli(alfa-olefinas) y sus combinaciones.
- 25
5. Una composición de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4 que además comprende un estabilizador.
6. Una composición de acuerdo con la reivindicación 5, en la que el estabilizador está seleccionado entre compuestos a base de dieno, fosfatos, compuestos de fenol y epóxidos y sus mezclas.
- 30
7. Una composición que comprende un retardador de llama y una composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 35
8. Una composición de acuerdo con la reivindicación 7, en la que el retardador de llama está seleccionado entre el grupo que consiste en tri-(2-cloroetil)-fosfato, fosfato (cloropilo), tri-(2,3-dibromopropil)-fosfato, tri-(1,3-dicloropropil)-fosfato, fosfato de diamonio, diversos compuestos aromáticos halogenados, óxido de antimonio, aluminio trihidratado, poli(cloruro vinílico), un yodocarburo fluorado, un bromocarburo fluorado, trifluoro yodometano, perfluoroalquil aminas, bromo-fluoroalquil aminas y sus mezclas.
- 40
9. Un dispositivo de transferencia de calor que contiene una composición como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 45
10. Un dispositivo de transferencia de calor de acuerdo con la reivindicación 9 seleccionado entre el grupo que consiste en sistemas de acondicionamiento de aire para automóviles, sistemas de acondicionamiento de aire residenciales, sistemas de acondicionamiento de aire comerciales, sistemas de refrigerador residenciales, sistemas de congelador residenciales, sistemas de refrigerador comerciales, sistemas de congelador comerciales, sistemas de acondicionamiento de aire con enfriador, sistemas de refrigeración con enfriador y sistemas de bomba de calor comerciales o residenciales, preferentemente en donde el dispositivo de transferencia de calor contiene un compresor.
- 50
11. Uso de una composición definida en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en un dispositivo de transferencia de calor.
- 55
12. Un agente de soplado que comprende una composición como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 60
13. Una composición apta para formación de espuma que comprende uno o más componentes capaces de formar espuma y una composición como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde uno o más componentes capaces de formar espuma están seleccionados entre poliuretanos, polímeros termoplásticos y resinas, tales como poliestireno y resinas epoxi, y sus mezclas.
14. Una espuma que comprende una composición como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
- 65
15. Una composición apta para pulverización que comprende un material objeto de pulverización y un propulsor que comprende una composición como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

16. Un método para enfriar un artículo que comprende condensar una composición definida en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 y posteriormente evaporar la composición en las proximidades del artículo que se pretende enfriar.
- 5 17. Un método para calentar un artículo que comprende condensar una composición como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en las proximidades del artículo que se pretende calentar y posteriormente evaporar la composición.
- 10 18. Un método para extraer una sustancia a partir de biomasa, que comprende poner en contacto biomasa con un disolvente que comprende una composición como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 y separar la sustancia del disolvente.
- 15 19. Un método para limpiar un artículo que comprende poner en contacto el artículo con un disolvente que comprende una composición como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 20 20. Un método para extraer un material a partir de una solución acuosa o una matriz sólida en forma de partículas, que comprende poner en contacto la solución acuosa o la matriz sólida en forma de partículas con un disolvente que comprende una composición como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 y separar el material del disolvente.
- 25 21. Un dispositivo de generación de energía mecánica que contiene una composición como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 30 22. Un dispositivo de generación de energía mecánica de acuerdo con la reivindicación 21 que se adapta para usar un Ciclo Rankine o una modificación del mismo para generar trabajo a partir de calor.
- 35 23. Un método de retroajuste de un dispositivo de transferencia de calor, que comprende la etapa de retirar un fluido de transferencia de calor existente e introducir una composición como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, preferentemente en el que el dispositivo de transferencia de calor es un dispositivo de refrigeración, preferentemente en el que el dispositivo de transferencia de calor es un sistema de acondicionamiento de aire.
- 40 24. Un método para reducir el impacto medioambiental derivado de la operación de un producto que comprende un compuesto o composición existente, comprendiendo el método sustituir al menos parcialmente el compuesto o la composición existentes por una composición como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, preferentemente en el que el producto está seleccionado entre un dispositivo de transferencia de calor, un agente de soplado, una composición apta para formación de espuma, una composición apta para pulverización, un disolvente o un dispositivo de generación de energía mecánica, preferentemente en el que el producto es un dispositivo de transferencia de calor, preferentemente en el que el compuesto o la composición existentes es una composición de transferencia de calor, preferentemente en el que la composición de transferencia de calor es un refrigerante seleccionado entre R-22, R-410A, R-407A, R-407B, R-407C, R-507 y R-404a.
- 45 25. Un método para preparar una composición como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, y/o un dispositivo de transferencia de calor como se define en las reivindicaciones 9 o 10, de forma que la composición o el dispositivo de transferencia de calor contengan R-134a, comprendiendo el método introducir R-1234ze(E), R-32, R-125, opcionalmente un lubricante, un estabilizador y/o un retardador de llama, en un dispositivo de transferencia de calor que contiene un fluido de transferencia de calor existente que es A-134a, que preferentemente comprende la etapa de retirar al menos parte del R-134a existente del dispositivo de transferencia de calor antes de introducir R-1234ze(E), R-32, R-125 y opcionalmente el lubricante, el estabilizador y/o el retardador de llama.