

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 290**

51 Int. Cl.:

**F25B 9/00** (2006.01)

**C09K 5/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2010 E 10807596 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 2475738**

54 Título: **Utilización de composiciones ternarias**

30 Prioridad:

**11.09.2009 FR 0956247**

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

**25.01.2016**

73 Titular/es:

**ARKEMA FRANCE (100.0%)  
420, rue d'Estienne d'Orves  
92700 Colombes, FR**

72 Inventor/es:

**RACHED, WISSAM**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 557 290 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

Utilización de composiciones ternarias

- 5 La presente invención se refiere a la utilización de las composiciones ternarias que contienen 2,3,3,3-tetrafluoropropeno como fluidos de transferencia de calor, concretamente para la refrigeración de capacidad media por unidad de volumen barrido por el compresor.
- 10 Los problemas planteados por las sustancias que dañan la capa de ozono atmosférica (ODP: ozone depletion potential) se trataron en Montreal donde se firmó el protocolo que impone una reducción de la producción y de la utilización de los clorofluorocarburos (CFC). Este protocolo ha sido objeto de enmiendas que han impuesto el abandono de los CFC y ampliado la reglamentación a otros productos, de los cuales los hidroclorofluorocarbonos (HCFC).
- 15 La industria de la refrigeración y de la producción de aire acondicionado ha invertido mucho en la sustitución de estos fluidos frigoríficos y de este modo se han comercializado los hidrofluorocarburos (HFC).
- Los (hidro)clorofluorocarburos utilizados como agentes de expansión o disolventes se han sustituido igualmente por HFC.
- 20 En la industria automovilística, los sistemas de climatización de los vehículos comercializados en numerosos países han pasado de un fluido frigorífico con clorofluorocarburo (CFC-12) al del hidrofluorocarburo (1,1,1,2 tetrafluoroetano: HFC-134a), menos nocivo para la capa de ozono. Sin embargo, en lo que respecta a los objetivos fijados por el protocolo de Kioto, se considera que el HFC-134a (GWP = 1.300) tiene un poder de recalentamiento elevado. La contribución al efecto invernadero de un fluido se cuantifica mediante un criterio, el GWP (Global Warming Potentials) que resume el poder de recalentamiento tomando un valor de referencia de 1 para el dióxido de carbono.
- 25 Siendo el dióxido de carbono no tóxico, no inflamable y teniendo un GWP muy bajo, se ha propuesto como fluido frigorífico en los sistemas de climatización en sustitución del HFC-134a. No obstante, el empleo del dióxido de carbono presenta varios inconvenientes, concretamente relacionados con la presión muy elevada de su implementación como fluido frigorífico en los aparatos y tecnologías existentes.
- 30 El documento WO2004/037913 divulga la utilización de las composiciones que comprenden al menos un fluoroalqueno que tiene tres o cuatro átomos de carbono, concretamente el pentafluoropropeno y el tetrafluoropropeno, que tienen preferentemente un GWP como mucho de 150, como fluidos de transferencia de calor.
- 35 El documento WO 2005/105947 muestra la incorporación al tetrafluoropropeno, preferentemente el 1,3,3,3 tetrafluoropropeno, de un coagente de expansión como el difluorometano, el pentafluoroetano, el tetrafluoroetano, el difluoroetano, el heptafluoropropano, el hexafluoropropano, el pentafluoropropano, el pentafluorobutano, el agua y el dióxido de carbono.
- 40 El documento WO 2006/094303 divulga unas composiciones binarias del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno (HFO-1234yf) con difluorometano (HFC-32), y del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno con 1,1,1,2 tetrafluoroetano (HFC-134a).
- 45 Unas mezclas cuaternarias que comprenden 1,1,1,2,3 pentafluoropropeno (HFO-1225ye) en combinación con difluorometano, 2,3,3,3 tetrafluoropropeno y HFC-134a se han divulgado en este documento. Sin embargo, el 1,1,1,2,3 pentafluoropropeno es tóxico.
- 50 Unas mezclas cuaternarias que comprenden 2,3,3,3 tetrafluoropropeno en combinación con yodotrifluorometano (CF<sub>3</sub>I), HFC-32 y HFC-134a se han divulgado igualmente en el documento WO 2006/094303. No obstante, el CF<sub>3</sub>I posee un ODP no nulo y plantea problemas de estabilidad y de corrosión.
- 55 El documento de los Estados Unidos US 2006/243944 divulga las medidas de presión de vapor de una mezcla binaria HFO-1234yf con HFC-32 y las de una mezcla binaria HFO-1234yf con HFC-134A.
- El documento europeo FR 2 182 956 describe un intercambiador de calor de contraflujo cruzado.
- 60 El documento europeo FR 2 256 381 describe un dispositivo que comprende un circuito de transferencia de calor cerrado con como componente principal un intercambiador de calor de contraflujo.
- Un intercambiador de calor es un dispositivo que permite transferir energía térmica de un fluido hacia otro, sin mezclarlos. La transmisión térmica atraviesa la superficie de intercambio que separa los fluidos. La mayor parte del tiempo se utiliza este método para enfriar o recalentar un líquido o un gas que es imposible enfriar o calentar directamente.
- 65

En los sistemas de compresión, el intercambio térmico entre el fluido frigorífico y las fuentes de calor se efectúa por medio de los fluidos caloportadores. Estos fluidos caloportadores están en el estado gaseoso (el aire en el aire acondicionado y la refrigeración de liberación directa), líquido (el agua en las bombas de calor doméstico, el agua glicolada) o difásico.

- 5 Existen diferentes modos de transferencia:
- los dos fluidos están dispuestos paralelamente y van en el mismo sentido: modo de coflujo (antimetódico);
  - los dos fluidos están dispuestos paralelamente, pero van en el sentido opuesto: modo de contraflujo (metódico);
  - 10 - los dos fluidos están posicionados perpendicularmente: modo de flujo cruzado. El flujo cruzado puede ser de tendencia coflujo o contraflujo;
  - uno de los dos fluidos da una media vuelta en un circuito más ancho, que el segundo fluido atraviesa. Esta configuración es comparable a un intercambiador de coflujo sobre la mitad de la longitud, y para la otra mitad a un intercambiador de contraflujo: modo de cabeza de alfiler.

15 Ahora, el solicitante ha descubierto que unas composiciones ternarias del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, del 1,1,1,2-tetrafluoroetano y del difluorometano son particularmente interesantes como fluido de transferencia de calor en unos sistemas de refrigeración de compresión con intercambiadores que operan en modo contraflujo o en modo flujo cruzado de tendencia contraflujo.

20 De esta manera, estas composiciones pueden utilizarse como fluido de transferencia de calor en las bombas de calor, eventualmente reversible, en el aire acondicionado, aire acondicionado industrial (papel, sala de los servidores), en la climatización doméstica móvil, en la refrigeración y congelación doméstica, en la refrigeración baja y media temperatura y la refrigeración de los vehículos frigoríficos que implementan unos sistemas de compresión con intercambiadores en modo contraflujo o en modo flujo cruzado de tendencia contraflujo.

25 De esta manera, un primer objeto de la presente invención se refiere a la utilización de las composiciones ternarias del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, del 1,1,1,2-tetrafluoroetano y del difluorometano como fluido de transferencia de calor en los sistemas de refrigeración de compresión con intercambiadores en modo contraflujo o en modo flujo cruzado de tendencia contraflujo.

30 Preferentemente, las composiciones contienen esencialmente de un 2 a un 80 % en peso del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, de un 2 a un 80 % en peso del HFC-134a y de un 2 a un 80 % en peso del HFC-32.

35 Ventajosamente, las composiciones contienen esencialmente de un 45 a un 80 % en peso, preferentemente de un 65 a un 80% en peso del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, de un 5 a un 25 % en peso, preferentemente de un 5 a un 10 % en peso del HFC-134a y de un 15 a un 30 % en peso del HFC-32. Las composiciones utilizadas como fluido de transferencia de calor en la presente invención no presentan los inconvenientes anteriormente citados y tienen a la vez un ODP nulo y un GWP inferior al de los fluidos de transferencia de calor existentes como el R404A (mezcla ternaria del pentafluoroetano (44 % en peso), trifluoroetano (52 % en peso) y HFC-134a (4 % en peso)) y R407C (mezcla ternaria del HFC-134a (52 % en peso), pentafluoroetano (25 % en peso) y HFC-32 (23 % en peso)).

40 Además, las composiciones que contienen esencialmente de un 5 a un 25 % en peso del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, de un 60 a un 80 % en peso del HFC-134a y de un 15 a un 25 % en peso del HFC-32 no son inflamables.

45 Las composiciones utilizadas como fluido de transferencia de calor en la presente invención tienen una temperatura crítica superior a 90 °C (Temperatura crítica del R404A es de 72 °C). Estas composiciones pueden utilizarse en las bombas de calor para proporcionar calor a unas temperaturas medias de entre 40 a 65 °C y también a unas temperaturas más elevadas comprendidas entre 72 °C y 90 °C (orden de temperatura donde el R-404A no puede utilizarse).

50 Las composiciones utilizadas como fluido de transferencia de calor en la presente invención tienen unas masas volúmicas a la saturación vapor inferiores a la masa volúmica saturada vapor del R404A. Las capacidades volumétricas dadas por estas composiciones son equivalentes o superiores a la capacidad volumétrica del R-404A (entre un 90 y un 131 % en función de las aplicaciones). Gracias a estas propiedades, estas composiciones pueden funcionar con unos diámetros de canalizaciones inferiores y, por lo tanto, menos pérdida de carga en las tuberías vapor, lo que aumenta las prestaciones de las instalaciones.

55 Las composiciones utilizadas como agente de transferencia de calor según la presente invención pueden estar estabilizadas. El estabilizante representa preferentemente como mucho un 5 % en peso con respecto a la composición ternaria.

60 Como estabilizantes, pueden citarse concretamente el nitrometano, el ácido ascórbico, el ácido tereftálico, los azoles como el tolutriazol o el benzotriazol, los compuestos fenólicos como el tocoferol, la hidroquinona, la t-butil hidroquinona, el 2,6-di-ter-butil-4-metilfenol, los epóxidos (alquilo eventualmente fluorado o perfluorado o alqueno o

aromático) como los n-butil glicidil éter, hexanodiol diglicidil éter, alil glicidil éter, butilfenilglicidil éter, los fosfitos, los fosfatos, los fosfonatos, los tioles y lactonas.

5 Un segundo objeto de la presente invención se refiere a un procedimiento de transferencia de calor en el que se utilizan las composiciones ternarias del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, del 1,1,1,2-tetrafluoroetano y del difluorometano, como se han definido más arriba, como fluido frigorífico en unos sistemas de compresión que utilizan intercambiadores en modo contraflujo o en modo flujo cruzado de tendencia contraflujo.

10 El procedimiento según el segundo objeto puede implementarse en presencia de lubricantes como el aceite mineral, alquilbenceno, el polialquileno glicol y el polivinil éter.

Parte experimental

Herramientas de cálculo

15 La ecuación RK-Soave se utiliza para el cálculo de las densidades, entalpías, entropías y los datos de equilibrio líquido vapor de las mezclas. La utilización de esta ecuación requiere el conocimiento de las propiedades de los cuerpos puros utilizados en las mezclas en cuestión y también los coeficientes de interacción para cada binario.

20 Los datos requeridos para cada cuerpo puro son:

Temperatura de ebullición, Temperatura y presión crítica, la curva de presión en función de la temperatura a partir del punto de ebullición hasta el punto crítico, las densidades líquido saturada y vapor saturado en función de la temperatura.

25 HFC-32, HFC-134a:

Los datos sobre estos productos están publicados en el ASHRAE Handbook 2005 capítulo 20, y están disponibles también en Refprop (Software desarrollado por NIST para el cálculo de las propiedades de los fluidos frigoríficos)

30 HFO-1234yf:

35 Los datos de la curva temperatura-presión del HFO-1234yf se miden mediante el método estático. La temperatura y presión crítica se miden mediante un calorímetro C80 comercializado por Setaram. Las densidades, a saturación en función de la temperatura, se miden mediante la tecnología del densímetro de tubo vibrante desarrollado por los laboratorios de la escuela de Minas de París.

Coefficiente de interacción de los binarios

40 La ecuación RK-Soave utiliza unos coeficientes de interacción binaria para representar el comportamiento de los productos en mezclas. Los coeficientes se calculan en función de los datos experimentales de equilibrio líquido vapor.

45 La técnica utilizada para las medidas de equilibrio líquido vapor es el método de célula estática analítica. La célula de equilibrio comprende un tubo safir y está equipada con dos muestreadores ROLSITM electromagnéticos. Está sumergida en un baño criotermostato (HUBER HS40). Una agitación magnética con accionamiento mediante campo giratorio a velocidad variable se utiliza para acelerar la consecución de los equilibrios. El análisis de las muestras se efectúa mediante cromatografía (HP5890 serie II) en fase gaseosa que utiliza un catarómetro (TCD).

50 HFC-32 / HFO-1234yf, HFC-134a/HFO-1234yf:

Las medidas de equilibrio líquido vapor sobre el binario HFC-32 / HFO-1234yf se realizan para las isothermas siguientes: -10 °C, 30 °C y 70 °C

55 Las medidas de equilibrio líquido vapor sobre el binario HFC-134a / HFO-1234yf se realizan para las isothermas siguientes: 20 °C

HFC-32 / HFO-134a:

60 Los datos de equilibrio líquido vapor para el binario HFC-134a / HFC-32 están disponibles en Refprop. Dos isothermas (-20 °C y 20 °C) y una isobara (30 bar) se utilizan para el cálculo de los coeficientes de interacción para este binario.

Sistema de compresión

65

Consideremos un sistema de compresión equipado con un evaporador y condensador de contraflujo, con un compresor de tornillo y con un regulador de presión.

El sistema funciona con 15 °C de sobrecalentamiento y 5 °C de subenfriamiento. La diferencia de temperatura mínima entre el fluido secundario y el fluido frigorífico se considera de alrededor de 5 °C.

5 El rendimiento isoentrópico de los compresores es función del índice de compresión. Este rendimiento se calcula de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$\eta_{isoen} = a - b(\tau - c)^2 - \frac{d}{\tau - e} \quad (1)$$

10 Para un compresor de tornillo, las constantes a, b, c, d y e de la ecuación (1) del rendimiento isoentrópico se calculan de acuerdo con los datos tipo publicados en el Handbook "Handbook of air conditioning and refrigeration", página 11.52.

15 El %CAP es el porcentaje de la relación de la capacidad volumétrica proporcionada por cada producto sobre la capacidad del R-404A.

El coeficiente de prestación (COP) se define, como la potencia útil proporcionada por el sistema sobre la potencia aportada o consumida por el sistema.

20 El coeficiente de prestación de Lorenz (COP<sub>Lorenz</sub>) es un coeficiente de prestación de referencia. Es función de temperaturas y se utiliza para comparar los COP de los diferentes fluidos.

El coeficiente de prestación de Lorenz se define como sigue:

25 (Las temperaturas T están en K)

$$T_{media}^{condensador} = T_{entrada}^{condensador} - T_{salida}^{condensador} \quad (2)$$

$$T_{media}^{evaporador} = T_{salida}^{evaporador} - T_{entrada}^{evaporador} \quad (3)$$

30 El COP de Lorenz en el caso del aire acondicionado y refrigeración:

$$COP_{Lorenz} = \frac{T_{media}^{evaporador}}{T_{media}^{condensador} - T_{media}^{evaporador}} \quad (4)$$

35 El COP de Lorenz en el caso de calentamiento:

$$COP_{Lorenz} = \frac{T_{media}^{condensador}}{T_{media}^{condensador} - T_{media}^{evaporador}} \quad (5)$$

40 Para cada composición, el coeficiente de prestación del ciclo de Lorenz se calcula en función de las temperaturas correspondientes

El %COP/COP<sub>Lorenz</sub> es la relación del COP del sistema con respecto al COP del ciclo de Lorenz correspondiente.

Resultados modo calentamiento

45 En modo calentamiento, el sistema de compresión funciona entre una temperatura de entrada del fluido frigorífico al evaporador de -5 °C y una temperatura de entrada del fluido frigorífico al condensador de 50 °C. El sistema proporciona calor a 45 °C.

Las prestaciones de las composiciones según la invención en las condiciones de funcionamiento en modo calentamiento se dan en la tabla 1. Los valores de los constituyentes (HFO-1234yf, HFC-32, HFC-134a) para cada composición se dan en porcentaje en peso.

5 Tabla 1

| R404A      |        |          |    | Temp salida evap (°C) | Temp salida comp (°C) | T salida cond (°C) | evap P (bar) | cond P (bar) | Índice (p/p) | Glide | rendimiento comp | % CAP | %COP / COPLorenz |
|------------|--------|----------|----|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------|------------------|-------|------------------|
| HFO-1234yf | HFC-32 | HFC-134a |    | -5                    | 77                    | 50                 | 5,2          | 23,0         | 4,4          | 0,38  | 79,7             | 100   | 57,7             |
| 80         | 15     | 5        | 0  | 0                     | 77                    | 43                 | 4,0          | 16,5         | 4,2          | 4,57  | 80,5             | 90    | 64,7             |
| 75         | 20     | 5        | 0  | 0                     | 79                    | 43                 | 4,4          | 17,7         | 4,1          | 5,19  | 80,8             | 98    | 64,8             |
| 70         | 25     | 5        | 0  | 0                     | 82                    | 43                 | 4,7          | 19,0         | 4,0          | 5,37  | 80,9             | 106   | 64,7             |
| 55         | 20     | 25       | -1 | -1                    | 82                    | 44                 | 4,2          | 17,7         | 4,2          | 4,43  | 80,4             | 97    | 65,2             |
| 50         | 25     | 25       | 0  | 0                     | 84                    | 44                 | 4,5          | 18,8         | 4,2          | 4,71  | 80,5             | 104   | 65,2             |
| 45         | 30     | 25       | 0  | 0                     | 87                    | 44                 | 4,8          | 19,9         | 4,2          | 4,74  | 80,6             | 111   | 65,1             |
| 40         | 35     | 25       | 0  | 0                     | 90                    | 45                 | 5,0          | 20,9         | 4,2          | 4,59  | 80,5             | 116   | 64,9             |
| 35         | 40     | 25       | -1 | -1                    | 93                    | 45                 | 5,2          | 21,9         | 4,2          | 4,38  | 80,4             | 121   | 64,6             |
| 40         | 20     | 40       | -1 | -1                    | 84                    | 45                 | 4,1          | 17,6         | 4,3          | 4,21  | 80,1             | 96    | 65,4             |
| 35         | 25     | 40       | 0  | 0                     | 86                    | 45                 | 4,4          | 18,6         | 4,3          | 4,56  | 80,2             | 103   | 65,5             |
| 30         | 30     | 40       | 0  | 0                     | 89                    | 45                 | 4,6          | 19,6         | 4,2          | 4,71  | 80,3             | 109   | 65,4             |
| 25         | 35     | 40       | 0  | 0                     | 92                    | 45                 | 4,8          | 20,5         | 4,2          | 4,71  | 80,3             | 114   | 65,3             |
| 20         | 40     | 40       | 0  | 0                     | 95                    | 45                 | 5,0          | 21,3         | 4,3          | 4,62  | 80,3             | 119   | 65,1             |
| 15         | 20     | 65       | -1 | -1                    | 87                    | 45                 | 3,8          | 17,1         | 4,5          | 4,07  | 79,5             | 94    | 65,7             |
| 10         | 25     | 65       | -1 | -1                    | 90                    | 45                 | 4,0          | 17,9         | 4,4          | 4,49  | 79,8             | 99    | 65,8             |

**Resultados modo enfriamiento o aire acondicionado**

10 En modo enfriamiento, el sistema de compresión funciona entre una temperatura de entrada del fluido frigorífico al evaporador de -5 °C y una temperatura de entrada del fluido frigorífico al condensador de 50 °C. El sistema proporciona frío a 0 °C.

15 Las prestaciones de las composiciones según la invención en las condiciones de funcionamiento en modo enfriamiento se dan en la tabla 2. Los valores de los constituyentes (HFO-1234yf, HFC-32, HFC-134a) para cada composición se dan en porcentaje en peso.

Tabla 2

| R404A      |        |          |    | Temp salida evap (°C) | Temp salida comp (°C) | T salida cond (°C) | evap P (bar) | cond P (bar) | Índice (p/p) | Glide | rendimiento comp | % CAP | %COP / COPLorenz |
|------------|--------|----------|----|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------|------------------|-------|------------------|
| HFO-1234yf | HFC-32 | HFC-134a |    | -5                    | 77                    | 50                 | 5,2          | 23,0         | 4,4          | 0,38  | 79,7             | 100   | 47,9             |
| 75         | 20     | 5        | 0  | 0                     | 79                    | 43                 | 4,4          | 17,7         | 4,1          | 5,19  | 80,8             | 106   | 56,6             |
| 70         | 25     | 5        | 0  | 0                     | 82                    | 43                 | 4,7          | 19,0         | 4,0          | 5,37  | 80,9             | 114   | 56,6             |
| 65         | 30     | 5        | 0  | 0                     | 85                    | 44                 | 5,0          | 20,2         | 4,0          | 5,22  | 80,9             | 121   | 56,4             |
| 60         | 15     | 25       | -1 | -1                    | 79                    | 45                 | 3,9          | 16,6         | 4,3          | 3,83  | 80,2             | 95    | 56,5             |
| 55         | 20     | 25       | -1 | -1                    | 82                    | 44                 | 4,2          | 17,7         | 4,2          | 4,43  | 80,4             | 104   | 57,0             |
| 50         | 25     | 25       | 0  | 0                     | 84                    | 44                 | 4,5          | 18,8         | 4,2          | 4,71  | 80,5             | 112   | 57,2             |

|    |    |    |    | Temp salida evap (°C) | Temp salida comp (°C) | T salida cond (°C) | evap P (bar) | cond P (bar) | Indice (p/p) | Glide | rendimiento comp | % CAP | %COP / COPLorenz |
|----|----|----|----|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------|------------------|-------|------------------|
| 45 | 30 | 25 | 0  | 87                    | 44                    | 4,8                | 19,9         | 4,2          | 4,74         | 80,6  | 119              | 57,2  |                  |
| 40 | 35 | 25 | 0  | 90                    | 45                    | 5,0                | 20,9         | 4,2          | 4,59         | 80,5  | 125              | 57,1  |                  |
| 35 | 40 | 25 | -1 | 93                    | 45                    | 5,2                | 21,9         | 4,2          | 4,34         | 80,4  | 130              | 56,9  |                  |
| 45 | 15 | 40 | -1 | 81                    | 45                    | 3,8                | 16,6         | 4,4          | 3,59         | 79,8  | 95               | 56,8  |                  |
| 40 | 20 | 40 | -1 | 84                    | 45                    | 4,1                | 17,6         | 4,3          | 4,21         | 80,1  | 103              | 57,3  |                  |
| 35 | 25 | 40 | 0  | 86                    | 45                    | 4,4                | 18,6         | 4,3          | 4,56         | 80,2  | 111              | 57,6  |                  |
| 30 | 30 | 40 | 0  | 89                    | 45                    | 4,6                | 19,6         | 4,2          | 4,71         | 80,3  | 118              | 57,6  |                  |
| 25 | 35 | 40 | 0  | 92                    | 45                    | 4,8                | 20,5         | 4,2          | 4,71         | 80,3  | 124              | 57,6  |                  |
| 20 | 40 | 40 | 0  | 95                    | 45                    | 5,0                | 21,3         | 4,3          | 4,62         | 80,3  | 129              | 57,5  |                  |
| 20 | 15 | 65 | -2 | 84                    | 46                    | 3,5                | 16,3         | 4,6          | 3,43         | 79,2  | 93               | 57,3  |                  |
| 15 | 20 | 65 | -1 | 87                    | 45                    | 3,8                | 17,1         | 4,5          | 4,07         | 79,5  | 101              | 57,8  |                  |
| 10 | 25 | 65 | -1 | 90                    | 45                    | 4,0                | 17,9         | 4,4          | 4,49         | 79,8  | 107              | 58,1  |                  |
| 5  | 15 | 80 | -2 | 86                    | 46                    | 3,4                | 15,9         | 4,7          | 3,28         | 78,8  | 91               | 57,4  |                  |

Resultados modo refrigeración baja temperatura

5 En modo refrigeración baja temperatura, el sistema de compresión funciona entre una temperatura de entrada del fluido frigorífico al evaporador de -30 °C y una temperatura de entrada del fluido frigorífico al condensador de 40 °C. El sistema proporciona frío a -25 °C.

10 Las prestaciones de las composiciones según la invención en las condiciones de funcionamiento en modo refrigeración baja temperatura se dan en la tabla 3. Los valores de los constituyentes (HFO-1234yf, HFC-32, HFC-134a) para cada composición se dan en porcentaje en peso.

Tabla 3

|            |        |          | Temp salida evap (°C) | Temp salida comp (°C) | T salida cond (°C) | evap P (bar) | cond P (bar) | Indice (p/p) | Glide | rendimiento comp | % CAP | %COP / COPLorenz |
|------------|--------|----------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------|------------------|-------|------------------|
|            | R404A  |          | -30                   | 101                   | 40                 | 2,1          | 18,1         | 8,8          | 0,45  | 53,7             | 100   | 31,7             |
| HFO-1234yf | HFC-32 | HFC-134a |                       |                       |                    |              |              |              |       |                  |       |                  |
| 75         | 20     | 5        | -25                   | 103                   | 33                 | 1,7          | 13,8         | 8,3          | 4,68  | 58,0             | 101   | 39,3             |
| 70         | 25     | 5        | -25                   | 106                   | 33                 | 1,8          | 14,8         | 8,1          | 4,94  | 59,2             | 110   | 40,2             |
| 65         | 30     | 5        | -25                   | 110                   | 33                 | 2,0          | 15,8         | 8,1          | 4,88  | 59,6             | 118   | 40,5             |
| 60         | 35     | 5        | -25                   | 115                   | 34                 | 2,1          | 16,7         | 8,1          | 4,59  | 59,4             | 125   | 40,4             |
| 55         | 40     | 5        | -26                   | 121                   | 35                 | 2,2          | 17,6         | 8,1          | 4,15  | 58,9             | 131   | 40,0             |
| 50         | 25     | 25       | -26                   | 113                   | 34                 | 1,7          | 14,7         | 8,4          | 4,31  | 57,0             | 108   | 39,4             |
| 45         | 30     | 25       | -26                   | 117                   | 34                 | 1,9          | 15,5         | 8,3          | 4,41  | 57,5             | 116   | 39,8             |
| 40         | 35     | 25       | -26                   | 122                   | 34                 | 2,0          | 16,3         | 8,3          | 4,34  | 57,6             | 122   | 39,8             |
| 35         | 40     | 25       | -26                   | 127                   | 35                 | 2,0          | 17,1         | 8,3          | 4,15  | 57,4             | 128   | 39,5             |
| 30         | 30     | 40       | -25                   | 124                   | 34                 | 1,8          | 15,2         | 8,6          | 4,52  | 55,7             | 113   | 38,8             |
| 25         | 35     | 40       | -25                   | 128                   | 35                 | 1,9          | 15,9         | 8,5          | 4,59  | 56,0             | 119   | 39,0             |
| 20         | 40     | 40       | -25                   | 134                   | 35                 | 1,9          | 16,5         | 8,5          | 4,56  | 56,0             | 124   | 38,9             |

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Utilización de una composición ternaria del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, del 1,1,1,2-tetrafluoroetano y del difluorometano, como fluido de transferencia de calor, en unos sistemas de refrigeración de compresión con intercambiadores en modo contraflujo o en modo flujo cruzado de tendencia contraflujo.
- 10 2. Utilización según la reivindicación 1 caracterizada por que la composición contiene esencialmente de un 2 a un 80 % en peso del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, de un 2 a un 80 % en peso del HFC-134a y de un 2 a un 80 % en peso del HFC-32.
- 15 3. Utilización según la reivindicación 1 caracterizada por que la composición contiene esencialmente de un 5 a un 25 % en peso del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, de un 60 a un 80 % en peso del HFC-134a y de un 15 a un 25 % en peso del HFC-32.
- 20 4. Utilización según la reivindicación 1 caracterizada por que la composición contiene esencialmente de un 45 a un 80 % en peso, preferentemente de un 65 a un 80 % en peso del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, de un 5 a un 25 % en peso, preferentemente de un 5 a un 10 % en peso del HFC-134a y de un 15 a un 30 % en peso del HFC-32.
- 25 5. Utilización según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizada por que la composición está estabilizada.
- 30 6. Procedimiento de transferencia de calor en el que se utiliza una composición ternaria del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, del 1,1,1,2-tetrafluoroetano y del difluorometano, como fluido frigorífico en unos sistemas de compresión con intercambiadores en modo contraflujo o en modo flujo cruzado de tendencia contraflujo.
- 35 7. Procedimiento según la reivindicación 6 caracterizado por que la composición contiene esencialmente de un 5 a un 25 % en peso del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, de un 60 a un 80 % en peso del HFC-134a y de un 15 a un 25 % en peso del HFC-32.
8. Procedimiento según la reivindicación 6 caracterizado por que la composición contiene esencialmente de un 45 a un 80 % en peso, preferentemente de un 65 a un 80 % en peso del 2,3,3,3 tetrafluoropropeno, de un 5 a un 25 % en peso, preferentemente de un 5 a un 10 % en peso del HFC-134a y de un 15 a un 30 % en peso del HFC-32.
9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8 caracterizado por que se implementa en presencia de lubricante.