

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 267**

51 Int. Cl.:

**C09K 5/04**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.08.2019 PCT/GB2019/052290**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.02.2020 WO20035690**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2019 E 19768871 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2024 EP 3837330**

54 Título: **Uso de composición refrigerante**

30 Prioridad:

**14.08.2018 GB 201813237**

**11.02.2019 GB 201901885**

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

**26.06.2024**

73 Titular/es:

**MEXICHEM FLUOR S.A. DE C.V. (100.0%)**

**Eje 106, Zona Industrial**

**San Luis Potosi C.P. 78395, MX**

72 Inventor/es:

**LOW, ROBERT E**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 974 267 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Uso de composición refrigerante

5 La presente invención se refiere a una composición refrigerante y más particularmente a una composición refrigerante que comprende 1,1-difluoroetileno (R-1132a; fluoruro de vinilideno) que es útil en un sistema de bomba de calor móvil o automotriz, especialmente sistemas para vehículos eléctricos.

10 La enumeración o descripción de un documento publicado previamente o cualquier antecedente en la presente memoria descriptiva no debe considerarse necesariamente una aceptación de que un documento o antecedente forme parte del estado de la técnica o de que sea el conocimiento común general.

15 El documento US 2017/335159 describe un fluido de trabajo de aire acondicionado para un vehículo eléctrico que contiene trifluoroetileno, difluorometano y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno.

20 La introducción de vehículos eléctricos, donde no hay un motor de combustión que proporcione una fuente de calor para la cabina de pasajeros, ha significado prestar mayor atención al uso de la unidad de aire acondicionado del vehículo para que funcione como bomba de calor en climas fríos. Esto se puede lograr invirtiendo la dirección del flujo refrigerante alrededor del circuito de aire acondicionado, de modo que el refrigerante se evapore a baja temperatura utilizando el calor del aire ambiente y se condense a alta temperatura contra el aire que circula en la cabina de pasajeros. Al utilizar el sistema de aire acondicionado de esta manera, es posible suministrar más calor a la cabina por unidad de energía eléctrica extraída de la batería que si se utilizara para proporcionar calor mediante el calentamiento por resistencia eléctrica del aire de cabina entrante.

25 La necesidad de calentar el aire de los pasajeros es mayor cuando el aire exterior es más frío, lo que presenta desafíos especiales para el funcionamiento de la unidad de aire acondicionado como bomba de calor. En particular:

- La temperatura del aire ambiente puede ser tan baja como -25 a -30 °C, lo que significa que para lograr el funcionamiento de la bomba de calor en estas condiciones, el refrigerante debe evaporarse a temperaturas inferiores a -30 °C.
- El aire de los pasajeros desde la ventilación hacia dentro de la cabina se calienta idealmente a 40-50 °C, lo que significa que el refrigerante debe condensarse a temperaturas superiores a 40 °C
- La presión de evaporación del refrigerante no debe caer por debajo de 1 atmósfera para evitar la entrada de aire al sistema.
- El mismo fluido refrigerante debe ofrecer un rendimiento aceptable en los modos de funcionamiento del aire acondicionado y la bomba de calor.
- El potencial de calentamiento global (PCG) debe ser inferior a 150 para que los nuevos fluidos cumplan con las regulaciones de gases fluorados de la UE.

40 El 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a) fue durante algunos años el refrigerante elegido en los sistemas de aire acondicionado automotrices tras la eliminación gradual del diclorodifluorometano (R-12), que al ser un CFC tiene un alto potencial de agotamiento de la capa de ozono. A continuación, se implementó la Directiva de gases fluorados de la UE, la cual exige un límite de potencial de calentamiento global (PCG) de 150 para los sistemas móviles de aire acondicionado (MAC) de los automóviles nuevos. Como resultado, el uso de R-134a ha sido reemplazado en gran medida en sistemas nuevos en Europa por el uso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) inflamable. El R-1234yf es ligeramente menos eficiente que el R-134a y los nuevos diseños de sistemas ahora incluyen equipos adicionales (un intercambiador de calor interno) para recuperar la pérdida de eficiencia.

50 Los sistemas de aire acondicionado móviles que utilizan R-134a o R-1234yf como refrigerante no pueden funcionar eficientemente en modo bomba de calor si la temperatura ambiente es inferior a aproximadamente -15 a -20 °C, debido a que su presión de evaporación a la temperatura de evaporación requerida caería por debajo de la presión atmosférica. El dióxido de carbono (R-744) es un refrigerante de alta presión que puede funcionar bien como fluido de bomba de calor de baja temperatura. No obstante, se sabe que su rendimiento en modo de aire acondicionado para sistemas de automóviles es peor (menos eficiente energéticamente) que R-134a o R-1234yf a temperaturas del aire ambiente de moderadas a altas.

60 Existe la necesidad de una composición de refrigerante que pueda funcionar eficientemente en un sistema de bomba de calor móvil, por ejemplo, automotriz, para calentar vehículos, especialmente vehículos eléctricos. Existe la necesidad de encontrar un fluido refrigerante de trabajo para su uso en un sistema combinado de bomba de calor/aire acondicionado móvil en un vehículo eléctrico que sea capaz de funcionar como un fluido de trabajo de ciclo de bomba de calor con una presión de succión positiva (mayor que la atmosférica) en temperaturas de evaporación de hasta aproximadamente -30 °C, al mismo tiempo que ofrece un rendimiento aceptable (eficiencia energética) cuando se utiliza en el modo de aire acondicionado. Asimismo, cualquier nuevo refrigerante que se desarrolle para un sistema automotriz debe tener un potencial de calentamiento global (PCG) inferior a 150 para cumplir con la legislación medioambiental europea.

65

- Hemos descubierto que las composiciones de 1,1-difluoroetileno (R-1132a; fluoruro de vinilideno) con otros refrigerantes de hidrofluorocarbono ofrecen la posibilidad de mejorar el rendimiento en comparación con el R-1234yf cuando se utilizan en sistemas de bombas de calor automotrices, particularmente para vehículos eléctricos. Las composiciones también pueden ofrecer un rendimiento aceptable cuando se usan en modo de aire acondicionado.
- 5 Las composiciones son capaces de extraer calor del ambiente a temperaturas ambiente más bajas que las posibles con R-1234yf o R-134a y además pueden ofrecer una eficiencia energética mejorada. Esta es una combinación de propiedades especialmente deseable para su uso en vehículos eléctricos, que, de lo contrario, deben utilizar la energía de la batería para proporcionar calor para la comodidad de los pasajeros.
- 10 En consecuencia, en un primer aspecto, la presente invención proporciona un uso como refrigerante en un sistema de bomba de calor en un vehículo eléctrico de una composición que comprende del 3 al 30 % en peso de 1,1-difluoroetileno (R-1132a) basado en el peso total de la composición y al menos un compuesto refrigerante de fluorocarbono seleccionado del grupo que consiste en 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf), difluorometano (R-32), 1,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234ze(E)) y 1,1-difluoroetano (R-152a).
- 15 De manera conveniente, la composición refrigerante comprende además al menos uno de trifluoroetileno (R-1123), trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I), dióxido de carbono (R-744, CO<sub>2</sub>) y 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a).
- 20 En un aspecto adicional, la invención proporciona un uso como refrigerante en un sistema de bomba de calor en un vehículo eléctrico de una composición que comprende del 3 al 30 % en peso de 1,1-difluoroetileno (R-1132a) basado en el peso total de la composición y trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).
- 25 Las composiciones preferidas de la invención contienen del 3 al 20 % en peso, tal como de aproximadamente el 3 al 15 % en peso del 1,1-difluoroetileno (R-1132a) basado en el peso total de la composición refrigerante.
- 30 En una realización, la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de 1,1-difluoroetileno (R-1132a), al menos un compuesto refrigerante de tetrafluoropropeno seleccionado del grupo que consiste en 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) y 1,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234ze(E)) y opcionalmente difluorometano (R-32). En esta realización, el R-1132a está presente preferentemente en una cantidad del 3 al 20 % en peso basado en el peso total de la composición refrigerante. Cuando se incluye difluorometano, preferentemente está presente en una cantidad del 1 al 21 % en peso basado en el peso total de la composición refrigerante. Ya sea que la composición de esta primera realización sea una composición binaria o ternaria, el tetrafluoropropeno seleccionado proporciona el equilibrio de la composición refrigerante.
- 35 Cuando el trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I) está incluido en la composición de la invención, normalmente está presente en una cantidad inferior a R-1234yf o R-1234ze(E). Una composición preferida de la invención que contiene CF<sub>3</sub>I comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-32, R-1234yf y CF<sub>3</sub>I.
- 40 Cuando el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) está incluido en las composiciones de la invención, normalmente el contenido combinado de R-1132a y CO<sub>2</sub> es menos de aproximadamente el 30% en peso, tal como menos de aproximadamente el 20 % en peso. Una composición preferida de la invención que contiene CO<sub>2</sub> comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-32, R-1234yf y CO<sub>2</sub>.
- 45 En otra realización, la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-152a y opcionalmente R-32.
- 50 En una realización adicional, la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-152a y R-1234yf tal como del 4 al 10 % en peso de R-1132a, del 2 al 30 % en peso de R-152a y del 60 al 94 % en peso de R-1234yf.
- 55 En una realización adicional, la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-32, R-152a y al menos un compuesto refrigerante de tetrafluoropropeno seleccionado del grupo que consiste en R-1234yf y R-1234ze(E).
- 60 Las composiciones refrigerantes de la invención también pueden contener R-134a, normalmente en una cantidad de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso basado en el peso total de la composición refrigerante. Las composiciones que contienen R-134a preferidas incluyen aquellas que comprenden R-1132a, CF<sub>3</sub>I y R-134a; R-1132a, R-1234yf y R-134a; R-1132a, R-1234ze(E) y R-134a; R-1132a, R-1234yf, R-32 y R-134a; R-1132a, R-1234ze(E), R-32 y R-134a; R-1132a, R-1234yf, CF<sub>3</sub>I y R-134a; R-1132a, R-1234ze(E), CF<sub>3</sub>I y R-134a; R-1132a, R-152a y R-134a; R-1132a, R-152a, R-32 y R-134a; R-1132a, R-1234yf, R-152a y R-134a; y R-1132a, R-1234ze(E), R-152a y R-134a.
- 65 Cuando se incluye trifluoroetileno (R-1123) en las composiciones de la invención, normalmente está presente en menos de aproximadamente el 30 % en peso, tal como menos de aproximadamente el 20 % en peso. Una composición preferida de la invención que contiene R-1123 comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-1123 y R-1234yf o en donde la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-152a, R-134a y R-1234yf. Las

composiciones que contienen R-1123 preferidas son aquellas en las que el contenido molar máximo de R-1123 en la mezcla formulada y en el vapor en equilibrio con la mezcla será inferior a aproximadamente el 55 % a temperaturas de -40 °C o superiores. Esto es para reducir el riesgo de desproporción (autorreacción) del R-1123. Se prevé que las composiciones descritas anteriormente y las composiciones tabuladas (véanse los siguientes Ejemplos 24 a 27) cumplirán estos criterios.

Composiciones adicionales de la presente invención comprenden, opcionalmente consisten prácticamente en, R-1132a, R-32 y CO<sub>2</sub>, preferentemente de aproximadamente el 3 a aproximadamente el 20 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 32 % en peso de R-32 y de aproximadamente el 50 a aproximadamente el 95 % en peso de CO<sub>2</sub>, tal como de aproximadamente el 3 a aproximadamente el 15 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 32 % en peso de R-32 y de aproximadamente el 55 a aproximadamente el 93 % en peso de CO<sub>2</sub>, tal como de aproximadamente el 64 a aproximadamente el 93 % en peso de dióxido de carbono, de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 25 % en peso de difluorometano y de aproximadamente el 3 a aproximadamente el 14 % en peso de R-1132a, por ejemplo, de aproximadamente el 65 a aproximadamente el 93 % en peso de dióxido de carbono, de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 22 % en peso de difluorometano y de aproximadamente el 3 a aproximadamente el 14 % en peso de R-1132a. Estas composiciones pueden no contener sustancialmente R-1234yf.

Por "no sustancialmente", se incluye el significado de que las composiciones de la invención contienen un 0,5 % en peso o menos del componente indicado, preferentemente un 0,1 % o menos, basado en el peso total de la composición.

Como se utilizan en el presente documento, todos los % de las cantidades mencionadas en las composiciones del presente documento, incluyendo en las reivindicaciones, se expresan en peso basándose en el peso total de las composiciones, a menos que se indique de otra manera.

En una realización, las composiciones pueden consistir prácticamente en los componentes indicados. Por la expresión "consiste prácticamente en", los presentes inventores incluyen el significado de que las composiciones de la invención no contienen sustancialmente otros componentes, en particular, no se conocen otros (hidro)(fluoro)compuestos (por ejemplo, (hidro)(fluoro)alcanos o (hidro)(fluoro)alquenos) en las composiciones de transferencia de calor. La expresión "consiste en" se incluye en el significado de "consiste prácticamente en".

Para disipar cualquier duda, debe entenderse que los valores superior e inferior indicados para intervalos de cantidades de componentes en las composiciones de la invención descritas en el presente documento pueden intercambiarse de cualquier manera, a condición de que los intervalos resultantes caigan dentro del alcance más amplio de la invención.

Las composiciones refrigerantes normalmente se combinarán con un lubricante cuando se usen en una bomba de calor o en un sistema combinado de bomba de calor y aire acondicionado. Los lubricantes adecuados incluyen ésteres de poliol, tales como ésteres de neopentilpoliol y polialquilenglicoles, preferentemente con extremos protegidos en uno o ambos extremos con un alquilo, por ejemplo, un grupo alquilo C<sub>1-4</sub>.

Las composiciones de la invención tienen un potencial cero de agotamiento de ozono.

Normalmente, las composiciones de la invención tienen un PCG de menos de aproximadamente 150, tal como inferior a aproximadamente 100, por ejemplo, inferior a aproximadamente 50.

Normalmente, las composiciones de la invención presentan un riesgo de inflamabilidad reducido en comparación con R-1132a.

La inflamabilidad se puede determinar de acuerdo con la norma 34 de ASHRAE que incorpora la norma E-681 de ASTM con la metodología de ensayo según el Anexo 34p de 2004, cuyo contenido íntegro se incorpora en el presente documento por referencia.

En un aspecto, las composiciones tienen uno o más de (a) un límite inflamable inferior más alto; (b) una mayor energía de ignición (c) una mayor temperatura de autoignición; o (d) una menor velocidad de llama en comparación con R-1132a solo. Preferentemente, las composiciones de la invención son menos inflamables en comparación con R-1132a en uno o más de los siguientes aspectos: límite inferior inflamable a 23 °C; límite inferior inflamable a 60 °C; amplitud del intervalo de inflamabilidad a 23 °C o 60 °C; temperatura de autoignición (temperatura de descomposición térmica); energía mínima de ignición en aire seco, o velocidad de combustión. El límite de inflamabilidad y la velocidad de combustión se determinan de acuerdo con los métodos especificados en ASHRAE-34 y la temperatura de autoignición se determina en un matraz de vidrio de 500 ml por el método de la norma ASTM E659-78.

Las composiciones preferidas de la invención son aquellas que tienen una velocidad de combustión laminar inferior a 10 cm/s, y se prefieren especialmente aquellas en las que la formulación y la "formulación fraccionada en el peor de los casos" tienen ambas una velocidad de combustión inferior a 10 cm/s, lo que significa que serán clasificadas como

inflamables "2L" según la norma ASHRAE 34.

En una realización preferida, las composiciones de la invención son no inflamables. Por ejemplo, las composiciones de la invención son no inflamables a una temperatura de prueba de 60 °C usando la metodología ASHRAE-34.  
 5 Ventajosamente, las mezclas de vapor que existen en equilibrio con las composiciones de la invención a cualquier temperatura entre aproximadamente -20 °C y 60 °C tampoco son inflamables.

En algunas aplicaciones, puede que no sea necesario que la formulación se clasifique como no inflamable según la metodología ASHRAE-34. Es posible desarrollar fluidos cuyos límites de inflamabilidad se reduzcan lo suficiente en el  
 10 aire para hacerlos seguros para su uso en la aplicación, por ejemplo, si físicamente no es posible hacer una mezcla inflamable filtrando la carga del equipo de refrigeración hacia los alrededores.

En una realización, las composiciones de la invención tienen una inflamabilidad clasificable como 1 o 2L según el método de clasificación ASHRAE norma 34, indicando no inflamabilidad (clase 1) o un fluido débilmente inflamable  
 15 con una velocidad de llama inferior a 10 cm/s (clase 2L).

Las composiciones de la invención preferentemente tienen un deslizamiento de temperatura ("glide") en un evaporador o condensador inferior a aproximadamente 15 K, aún más preferentemente inferior a aproximadamente 10 K y mucho  
 20 más preferentemente inferior a aproximadamente 5 K.

Las composiciones de la presente invención son útiles en aplicaciones de bomba de calor móvil, por ejemplo, automotriz, y también presentan un rendimiento aceptable en aplicaciones de aire acondicionado móvil. Las composiciones pueden proporcionar beneficios particulares cuando la bomba de calor y/o el sistema de aire  
 25 acondicionado se usan en un vehículo eléctrico, ya sea un vehículo puramente eléctrico o híbrido.

Salvo que se especifique lo contrario, debe entenderse que el término "vehículo eléctrico" se refiere tanto a vehículos puramente eléctricos así como a vehículos que utilizan la electricidad como uno de varios medios de propulsión, tales como los vehículos híbridos.

Preferentemente, en el uso de la invención, las composiciones refrigerantes se evaporan a temperaturas inferiores a aproximadamente -30 °C, permitiendo de este modo el funcionamiento de la bomba de calor a temperaturas del aire ambiente tan bajas como -25 a -30 °C.

En consecuencia, en un aspecto adicional, la presente invención proporciona un vehículo eléctrico con una bomba de calor y/o un sistema de aire acondicionado que utiliza una composición refrigerante del primer aspecto de la invención. La composición refrigerante puede ser como se describe en cualquiera de las realizaciones analizadas anteriormente.

En consecuencia, la invención también proporciona (i) un método para producir refrigeración en un vehículo eléctrico, método que comprende evaporar una composición refrigerante de la invención en las proximidades de un cuerpo a enfriar; y (ii) un método para producir calefacción en un vehículo eléctrico, método que comprende condensar una  
 40 composición refrigerante de la invención en las proximidades de un cuerpo a calentar.

La invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos no limitativos.

45 **Ejemplos**

A continuación, la invención se ilustra mediante el modelado de ciclos teóricos del rendimiento de composiciones seleccionadas de la invención en un ciclo de bomba de calor y en un ciclo de aire acondicionado. Se eligió el R-1234yf como refrigerante de referencia para ambos ciclos.

El modelado se llevó a cabo en Microsoft Excel utilizando NIST REFPROP10 como fuente de datos termodinámicos. El equilibrio de fases de mezclas de R-1132a con R-32 y R-1234yf se estudió por primera vez utilizando un aparato de volumen constante para medir la presión de vapor de mezclas binarias de R-1132a/R-32 o R-1132a/R-1234yf en un intervalo de temperaturas de -70 °C a +40 °C. A continuación, estos datos se sometieron a una regresión para  
 55 producir parámetros de interacción binaria para su uso en REFPROP que reprodujo los datos experimentales.

Para el ciclo de bomba de calor se supusieron las siguientes condiciones:

Sección de entrada de datos		R1234yf
Función de calefacción	kW	4
Temperatura media del condensador	°C	45
Temperatura media del evaporador	°C	-20
Subenfriamiento del condensador	K	5
Sobrecalentamiento del evaporador	K	5
Caída de presión en el evaporador	bar	0
Caída de presión en la línea de succión	bar	0

ES 2 974 267 T3

(continuación)

Sección de entrada de datos		R1234yf
Caída de presión en el condensador	bar	0
Sobrecalentamiento de succión del compresor	K	10
Eficiencia isentrópica		65 %

5 El ciclo modelado incluía inyección de vapor de refrigerante a presión intermedia para mejorar el rendimiento del ciclo. Para cada composición se determinó la presión de inyección óptima para maximizar el coeficiente de rendimiento (COP) para el calentamiento.

10 Los resultados para mezclas binarias y ternarias seleccionadas de la invención se resumen en los siguientes Ejemplos 1-8. Se descubrió que la incorporación de R-1132a aumentaba el COP (eficiencia energética) y aumentaba la presión de evaporación de los refrigerantes en comparación con R-1234yf. También redujo el flujo volumétrico de refrigerante que sería necesario bombear a través del sistema, indicando que las pérdidas por caída de presión se reducirían en comparación con R-1234yf. Con fines comparativos, en la siguiente tabla también se proporcionan datos de rendimiento modelados de dos mezclas disponibles en el mercado (R-454C y R-516A):

Resultados		R1234yf	R454C	R516A
COP de calefacción		3,08	3,73	3,13
COP de calefacción en relación con la referencia		100,0 %	120,9 %	101,5 %
Desplazamiento del compresor necesario	m <sup>3</sup> /h	11,0	7,4	10,5
Desplazamiento del compresor en relación con la referencia		100,0 %	67,4 %	95,9 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	45,6	64,5	49,7
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K	0,0	18,9	4,1
Presión de entrada del evaporador	bar	1,51	2,34	1,51
Presión de entrada del condensador	bar	11,5	17,9	11,8
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	6,3	0,0
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	6,6	0,0

15 **Ejemplo 1 (composiciones binarias de R-1132a y R-1234yf)**

Resultados	R1234yf	Composición binaria R-1132a / R-1234yf (%)										
		0*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
COP de calefacción	3,08	3,08	3,13	3,18	3,24	3,29	3,35	3,42	3,48	3,55	3,63	3,71
COP de calefacción en relación con la referencia	100,0 %	100,0 %	101,6 %	103,2 %	105,0 %	106,8 %	108,8 %	110,8 %	113,0 %	115,3 %	117,7 %	120,2 %
Desplazamiento del compresor necesario	m <sup>3</sup> /h	11,0	10,6	10,2	9,9	9,5	9,2	8,9	8,6	8,4	8,1	7,9
Desplazamiento del compresor en relación con la referencia	100,0 %	100,0 %	96,5 %	93,1 %	90,0 %	86,9 %	84,0 %	81,3 %	78,7 %	76,2 %	73,9 %	71,7 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	45,6	48,2	50,7	53,1	55,4	57,5	59,6	61,5	63,3	65,0	66,6
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K	0,0	2,6	5,1	7,5	9,8	11,9	14,0	15,9	17,7	19,4	21,0
Presión de entrada del evaporador	bar	1,51	1,56	1,62	1,69	1,76	1,83	1,91	2,00	2,09	2,18	2,29
Presión de entrada del condensador	bar	11,5	12,3	13,1	13,9	14,6	15,4	16,2	17,0	17,7	18,5	19,3
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	0,8	1,7	2,7	3,6	4,6	5,5	6,5	7,5	8,4	9,4
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	2,5	4,8	6,7	8,4	9,9	11,2	12,4	13,3	14,1	14,8

\*Datos de rendimiento comparativos para una composición que comprende el 0 % en peso de R-1132a y el 100 % en peso de R-1234yf (no de acuerdo con la invención)

20

# ES 2 974 267 T3

## Ejemplo 2 (composiciones ternarias de R-1132a, 4% en peso de R-32 y R.1234yf)

			R1132a	0*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
			R32	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
			R1234yf	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76
<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>												
COP de calefacción		3,08		3,20	3,26	3,31	3,37	3,43	3,50	3,57	3,64	3,72	3,80	3,89
COP de calefacción en relación con la referencia		100,0 %		103,9 %	105,6 %	107,4 %	109,4 %	111,4 %	113,5 %	115,8 %	118,2 %	120,7 %	123,3 %	126,2 %
Desplazamiento necesario	m <sup>3</sup> /h	11,0		10,0	9,7	9,4	9,1	8,8	8,5	8,2	8,0	7,7	7,5	7,3
Desplazamiento del compresor en relación con la referencia		100,0 %		91,2 %	88,2 %	85,3 %	82,5 %	79,9 %	77,4 %	75,0 %	72,8 %	70,6 %	68,6 %	66,8 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	45,6		50,7	53,1	55,3	57,5	59,5	61,5	63,3	65,0	66,6	68,1	69,6
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K	0,0		5,0	7,4	9,7	11,8	13,9	15,8	17,6	19,4	21,0	22,5	23,9
Presión de entrada del evaporador	bar	1,51		1,64	1,71	1,78	1,85	1,93	2,02	2,11	2,20	2,30	2,40	2,51
Presión de entrada del condensador	bar	11,5		13,0	13,8	14,6	15,3	16,1	16,9	17,6	18,4	19,2	20,0	20,8
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		1,8	2,7	3,6	4,5	5,5	6,4	7,3	8,2	9,1	10,0	10,8
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		3,8	5,8	7,4	8,9	10,2	11,3	12,3	13,1	13,8	14,4	14,8

\*Datos de rendimiento comparativos para una composición que comprende el 0 % en peso de R-1132a, el 4 % en peso de R-32 y el 96 % en peso de R-1234yf (no de acuerdo con la invención)

5

## Ejemplo 3 (composiciones ternarias de R-1132a, 12% en peso de R-32 y R-1234yf)

			R1132a	0*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
			R32	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
			R1234yf	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70	68
<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>												
COP de calefacción		3,08		3,45	3,51	3,58	3,65	3,72	3,80	3,88	3,96	4,06	4,16	4,26
COP de calefacción en relación con la referencia		100,0 %		111,8 %	113,9 %	116,0 %	118,2 %	120,6 %	123,1 %	125,8 %	128,6 %	131,6 %	134,8 %	138,2 %
Desplazamiento necesario	m <sup>3</sup> /h	11,0		8,5	8,3	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,7	6,5
Desplazamiento del compresor en relación con la referencia		100,0 %		77,8 %	75,5 %	73,3 %	71,2 %	69,3 %	67,4 %	65,6 %	64,0 %	62,4 %	60,9 %	59,5 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	45,6		58,2	60,2	62,1	64,0	65,7	67,4	68,9	70,4	71,8	73,1	74,4
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K	0,0		12,5	14,6	16,5	18,3	20,1	21,7	23,3	24,8	26,2	27,5	28,8
Presión de entrada del evaporador	bar	1,51		1,96	2,04	2,12	2,21	2,31	2,40	2,51	2,62	2,73	2,84	2,97
Presión de entrada del condensador	bar	11,5		15,5	16,3	17,0	17,8	18,6	19,3	20,1	20,9	21,7	22,5	23,3
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	8,8	9,6	10,3	11,0	11,6	12,2
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		6,7	7,9	9,1	10,0	10,9	11,6	12,2	12,7	13,1	13,4	13,6

\*Datos de rendimiento comparativos para una composición que comprende el 0 % en peso de R-1132a, el 12 % en peso de R-32 y el 88 % en peso de R-1234yf (no de acuerdo con la invención)

10

**Ejemplo 4 (composiciones ternarias de R-1132a, 20 % en peso de R-32 y R-1234yf)**

			R1132a	0*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
			R32	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
			R1234yf	80	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60
Resultados		R1234yf												
COP de calefacción		3,08		3,68	3,76	3,83	3,91	3,99	4,08	4,18	4,28	4,39	4,51	4,64
COP de calefacción en relación con la referencia		100,0 %		119,5 %	121,8 %	124,3 %	126,8 %	129,6 %	132,5 %	135,6 %	138,9 %	142,5 %	146,3 %	150,5 %
Desplazamiento necesario	m³/h	11,0		7,5	7,3	7,2	7,0	6,8	6,7	6,5	6,4	6,2	6,1	6,0
Desplazamiento del compresor en relación con la referencia		100,0 %		68,7 %	66,9 %	65,3 %	63,7 %	62,1 %	60,7 %	59,3 %	58,0 %	56,8 %	55,6 %	54,5 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	45,6		63,6	65,5	67,3	69,0	70,6	72,1	73,5	74,9	76,2	77,4	78,6
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K	0,0		18,0	19,9	21,6	23,3	24,9	26,4	27,9	29,3	30,6	31,8	33,0
Presión de entrada del evaporador	bar	1,51		2,28	2,37	2,47	2,57	2,67	2,78	2,89	3,01	3,13	3,25	3,38
Presión de entrada del condensador	bar	11,5		17,6	18,4	19,1	19,9	20,7	21,5	22,3	23,1	23,9	24,7	25,5
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		6,2	6,9	7,5	8,2	8,8	9,4	10,0	10,5	11,0	11,5	11,9
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		6,7	7,7	8,5	9,3	9,9	10,4	10,8	11,1	11,4	11,6	11,7

5 \*Datos de rendimiento comparativos para una composición que comprende el 0 % en peso de R-1132a, el 20 % en peso de R-32 y el 80 % en peso de R-1234yf (no de acuerdo con la invención)

**Ejemplo 5 (composiciones binarias de R-1132a y R-152a)**

			R1132a	0*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
			R152a	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80
Resultados		R1234yf												
COP de calefacción		3,08		3,02	3,05	3,09	3,13	3,17	3,22	3,27	3,32	3,38	3,44	3,50
COP de calefacción en relación con la referencia		100,0 %		97,9 %	99,0 %	100,2 %	101,5 %	102,9 %	104,4 %	106,0 %	107,7 %	109,6 %	111,5 %	113,6 %
Desplazamiento necesario	m³/h	11,0		10,8	10,6	10,4	10,2	9,9	9,7	9,4	9,2	8,9	8,7	8,4
Desplazamiento del compresor en relación con la referencia		100,0 %		98,9 %	96,9 %	94,9 %	92,7 %	90,5 %	88,2 %	85,8 %	83,5 %	81,1 %	78,9 %	76,8 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	45,6		64,5	68,8	73,4	78,0	82,4	86,2	89,5	92,2	94,6	96,1	97,5
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K	0,0		18,9	23,2	27,8	32,3	36,7	40,6	43,9	46,6	48,9	50,5	51,9
Presión de entrada del evaporador	bar	1,51		1,21	1,24	1,27	1,31	1,35	1,40	1,46	1,52	1,59	1,66	1,74
Presión de entrada del condensador	bar	11,5		10,4	11,2	12,0	12,7	13,5	14,2	14,9	15,6	16,3	17,0	17,7
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		0,0	0,7	1,6	2,5	3,5	4,6	5,7	6,9	8,2	9,4	10,7
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		0,0	4,0	7,6	10,7	13,3	15,6	17,6	19,3	20,7	21,9	22,9

10 \*Datos de rendimiento comparativos para una composición que comprende el 0 % en peso de R-1132a y el 100 % en peso de R-152a (no de acuerdo con la invención)

## ES 2 974 267 T3

### Ejemplo 6 (composiciones ternarias de R-1132a, 8 % en peso de R-32 y R-1234yf)

			R1132a	0*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
			R32	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
			R1234yf	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72
Resultados		R1234yf		3,33	3,38	3,44	3,51	3,58	3,65	3,72	3,80	3,89	3,98	4,07
COP de calefacción		3,08		3,33	3,38	3,44	3,51	3,58	3,65	3,72	3,80	3,89	3,98	4,07
COP de calefacción en relación con la referencia		100,0 %		107,9 %	109,7 %	111,7 %	113,8 %	116,0 %	118,3 %	120,8 %	123,4 %	126,1 %	129,1 %	132,2 %
Desplazamiento necesario	m³/h	11,0		9,2	8,9	8,6	8,4	8,1	7,9	7,7	7,5	7,3	7,1	6,9
Desplazamiento del compresor en relación con la referencia		100,0 %		83,9 %	81,3 %	78,7 %	76,3 %	74,0 %	71,9 %	69,8 %	67,9 %	66,1 %	64,4 %	62,8 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	45,6		54,8	57,0	59,0	61,0	62,9	64,6	66,3	67,9	69,4	70,8	72,1
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K	0,0		9,2	11,3	13,4	15,4	17,2	19,0	20,7	22,2	23,7	25,1	26,5
Presión de entrada del evaporador	bar	1,51		1,79	1,87	1,95	2,03	2,12	2,21	2,31	2,41	2,52	2,63	2,74
Presión de entrada del condensador	bar	11,5		14,4	15,1	15,9	16,6	17,4	18,2	18,9	19,7	20,5	21,3	22,1
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		3,4	4,3	5,2	6,1	7,0	7,8	8,7	9,5	10,3	11,1	11,8
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		5,8	7,3	8,7	9,9	10,9	11,8	12,5	13,1	13,6	14,0	14,4

\*Datos de rendimiento comparativos para una composición que comprende el 0 % en peso de R-1132a, el 8 % en peso de R-32 y el 92 % en peso de R-1234yf (no de acuerdo con la invención)

### 5 Ejemplo 7 (composiciones ternarias de R-1132a, 16 % en peso de R-32 y R-1234yf)

			R1132a	0*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
			R32	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
			R1234yf	84	82	80	78	76	74	72	70	68	66	64
Resultados		R1234yf		3,57	3,63	3,70	3,78	3,86	3,94	4,03	4,12	4,22	4,33	4,45
COP de calefacción		3,08		3,57	3,63	3,70	3,78	3,86	3,94	4,03	4,12	4,22	4,33	4,45
COP de calefacción en relación con la referencia		100,0 %		115,7 %	117,9 %	120,2 %	122,6 %	125,1 %	127,8 %	130,7 %	133,8 %	137,0 %	140,5 %	144,3 %
Desplazamiento necesario	m³/h	11,0		8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,7	6,5	6,4	6,2
Desplazamiento del compresor en relación con la referencia		100,0 %		72,8 %	70,8 %	68,9 %	67,1 %	65,4 %	63,7 %	62,2 %	60,7 %	59,3 %	58,0 %	56,8 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	45,6		61,0	63,0	64,8	66,6	68,2	69,8	71,3	72,7	74,1	75,3	76,6
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K	0,0		15,4	17,3	19,2	20,9	22,6	24,2	25,7	27,1	28,4	29,7	30,9
Presión de entrada del evaporador	bar	1,51		2,12	2,21	2,30	2,39	2,49	2,60	2,70	2,82	2,93	3,05	3,18
Presión de entrada del condensador	bar	11,5		16,6	17,4	18,1	18,9	19,7	20,5	21,2	22,0	22,8	23,6	24,5
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		5,7	6,5	7,2	7,9	8,6	9,3	10,0	10,6	11,2	11,7	12,2
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		6,9	8,0	8,9	9,8	10,5	11,1	11,6	12,0	12,3	12,5	12,6

\*Datos de rendimiento comparativos para una composición que comprende el 0 % en peso de R-1132a, el 16 % en peso de R-32 y el 84 % en peso de R-1234yf (no de acuerdo con la invención)

## ES 2 974 267 T3

### Ejemplo 8 (composiciones ternarias de R-1132a, 21,5 % en peso de R-32 y R-1234yf)

			R1132a	0*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
			R32	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
			R1234yf	78,5	76,5	74,5	72,5	70,5	68,5	66,5	64,5	62,5	60,5	58,5
Resultados		R1234yf												
COP de calefacción		3,08		3,73	3,80	3,88	3,96	4,05	4,14	4,24	4,34	4,46	4,58	4,71
COP de calefacción en relación con la referencia		100,0 %		120,9 %	123,3 %	125,8 %	128,4 %	131,2 %	134,2 %	137,4 %	140,9 %	144,6 %	148,5 %	152,8 %
Desplazamiento necesario	m <sup>3</sup> /h	11,0		7,4	7,2	7,0	6,9	6,7	6,5	6,4	6,3	6,1	6,0	5,9
Desplazamiento del compresor en relación con la referencia		100,0 %		67,4 %	65,7 %	64,1 %	62,5 %	61,1 %	59,7 %	58,4 %	57,1 %	55,9 %	54,8 %	53,8 %
Temperatura de descarga del compresor	°C	45,6		64,5	66,4	68,1	69,8	71,4	72,9	74,3	75,7	77,0	78,2	79,3
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K	0,0		18,9	20,7	22,5	24,2	25,8	27,3	28,7	30,0	31,3	32,5	33,7
Presión de entrada del evaporador	bar	1,51		2,34	2,43	2,53	2,63	2,73	2,84	2,96	3,08	3,20	3,33	3,46
Presión de entrada del condensador	bar	11,5		17,9	18,7	19,5	20,3	21,1	21,9	22,7	23,5	24,3	25,1	25,9
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		6,3	6,9	7,6	8,2	8,8	9,3	9,9	10,4	10,9	11,3	11,7
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		6,6	7,5	8,3	9,0	9,6	10,1	10,5	10,8	11,0	11,2	11,3

\*Datos de rendimiento comparativos para una composición que comprende el 0 % en peso de R-1132a, el 21,5 % en peso de R-32 y el 78,5 % en peso de R-1234yf (no de acuerdo con la invención)

- 5 A continuación, se evaluó el rendimiento del aire acondicionado (Ejemplos 9 y 10) utilizando las siguientes condiciones de modelado de ciclo teórico que representan el funcionamiento en condiciones ambientales de alta temperatura:

Sección de entrada de datos		R1234yf
Función de refrigeración	kW	6
Temperatura media del condensador	°C	65
Temperatura media del evaporador	°C	5
Subenfriamiento del condensador	K	5
Sobrecalentamiento del evaporador	K	5
Caída de presión en el evaporador	bar	0
Caída de presión en la línea de succión	bar	0
Caída de presión en el condensador	bar	0
Sobrecalentamiento de succión del compresor	K	10
Eficiencia isentrópica		65 %

- 10 Se descubrió que era posible obtener un rendimiento mejorado en el modo de calefacción y también obtener un rendimiento en el modo de refrigeración donde el COP teórico para la refrigeración estaba dentro de aproximadamente el 10 % del obtenido con R-1234yf. Los fluidos de la invención operarían a una presión más alta y flujos máscicos/volumétricos reducidos en comparación con R-1234yf, lo que significa que las pérdidas de eficiencia en un sistema real debido a los efectos de la caída de presión también se reducirían en comparación con R-1234yf.

### 15 Ejemplo 9 (composiciones binarias de R-1132a y R-1234yf)

			R1132a	0*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
			R1234yf	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80
Resultados														
COP de refrigeración				1,84	1,82	1,81	1,79	1,78	1,76	1,74	1,72	1,70	1,68	1,66
COP de refrigeración en relación con la referencia				100,0 %	99,3 %	98,5 %	97,6 %	96,7 %	95,8 %	94,8 %	93,8 %	92,7 %	91,5 %	90,3 %
Desplazamiento del compresor necesario	m <sup>3</sup> /h			13,1	12,5	12,0	11,5	11,1	10,7	10,3	10,0	9,7	9,4	9,1
Desplazamiento del compresor en relación con la referencia				100,0 %	95,6 %	91,6 %	88,0 %	84,7 %	81,6 %	78,8 %	76,3 %	73,9 %	71,7 %	69,8 %

(continuación)

		R1132a	0*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
		R1234yf	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80
Temperatura de descarga del compresor	°C		87,1	89,0	90,8	92,6	94,2	95,7	97,2	98,6	99,9	101,2	102,4
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K		0,0	1,9	3,7	5,4	7,0	8,6	10,1	11,5	12,8	14,1	15,3
Presión de entrada del evaporador	bar		3,73	3,90	4,07	4,25	4,44	4,63	4,84	5,04	5,26	5,48	5,71
Presión de entrada del condensador	bar		18,3	19,4	20,5	21,6	22,6	23,7	24,8	25,9	27,1	28,2	29,3
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K		0,0	0,7	1,4	2,0	2,7	3,4	4,0	4,6	5,2	5,7	6,2
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K		0,0	1,9	3,6	5,1	6,3	7,4	8,3	9,1	9,7	10,2	10,5

\*Datos de rendimiento comparativos para una composición que comprende el 0 % en peso de R-1132a y el 100 % en peso de R-1234yf (no de acuerdo con la invención)

5

**Ejemplo 10 (composiciones ternarias de R-1132a, 8 % en peso de R-32 y R-1234yf)**

		R1132a	0*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
		R32	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		R1234yf	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72
COP de refrigeración	m³/h		1,83	1,81	1,80	1,78	1,76	1,74	1,71	1,69	1,67	1,64	1,62
COP de refrigeración en relación con la referencia			99,8 %	98,8 %	97,8 %	96,7 %	95,7 %	94,5 %	93,3 %	92,1 %	90,8 %	89,5 %	88,1 %
Desplazamiento necesario	°C		10,7	10,3	9,9	9,6	9,3	9,1	8,8	8,6	8,4	8,2	8,0
Desplazamiento del compresor en relación con la referencia			81,5 %	78,7 %	76,0 %	73,6 %	71,3 %	69,3 %	67,4 %	65,6 %	64,0 %	62,5 %	61,2 %
Temperatura de descarga del compresor	°C		95,7	97,3	98,7	100,1	101,5	102,8	104,0	105,1	106,3	107,3	108,4
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K		8,6	10,1	11,6	13,0	14,3	15,6	16,8	18,0	19,1	20,2	21,2
Presión de entrada del evaporador	bar		4,48	4,67	4,87	5,07	5,29	5,50	5,73	5,96	6,20	6,44	6,69
Presión de entrada del condensador	bar		22,5	23,6	24,7	25,8	26,9	28,0	29,1	30,2	31,4	32,5	33,7
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K		2,4	3,1	3,7	4,3	4,8	5,4	5,9	6,3	6,7	7,1	7,5
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K		4,7	5,8	6,8	7,6	8,2	8,7	9,2	9,5	9,7	9,7	9,7

\*Datos de rendimiento comparativos para una composición que comprende el 0 % en peso de R-1132a y el 8 % en peso de R-32 y el 92 % en peso de R-1234yf (no de acuerdo con la invención)

10

El rendimiento de las composiciones binarias, ternarias y cuaternarias seleccionadas de la presente invención en un ciclo de bomba de calor se demuestra adicionalmente en los siguientes Ejemplos 11 a 34. De nuevo, se eligió R-1234yf como refrigerante de referencia para el ciclo.

15

Se supusieron las siguientes condiciones de funcionamiento:

Sección de entrada de datos		R-1234yf
Desplazamiento del compresor	m³/h	16,5
Temperatura media del condensador	°C	45,0
Temperatura media del evaporador	°C	-25,0
Subenfriamiento del condensador	K	3,0
Sobrecalentamiento del evaporador	K	1,0
Caída de presión en el evaporador	bar	0,20
Caída de presión en la línea de succión	bar	0,10
Caída de presión en el condensador	bar	0,20
Sobrecalentamiento de succión del compresor	K	10,0

(continuación)

<b>Sección de entrada de datos</b>		<b>R-1234yf</b>
Eficiencia isentrópica		65,0 %

Resumiendo, los datos de rendimiento modelados demuestran las siguientes ventajas de las composiciones de acuerdo con la presente invención:

- 5 (a) Eficiencia energética (COP) prácticamente equivalente o mejorada en el funcionamiento del ciclo en modo calefacción en comparación con R-1234yf solo
- 10 (b) Aumento de la presión de evaporación, conduciendo a una mayor capacidad volumétrica y una mejor capacidad para funcionar a temperaturas inferiores del aire exterior

Asimismo, el rendimiento en el ciclo de aire acondicionado de mezclas binarias seleccionadas que comprenden R-1132a y R-32 y mezclas ternarias que comprenden R-1132a, R-32 y CO<sub>2</sub> se demuestra en los siguientes Ejemplos 35 a 37.

15

**Ejemplo 11 (composiciones binarias de R-1132a y R-1234ze(E))**

Resultados	R1234yf	R1132a R1234ze(E)				
		4 % 96 %	6 % 94 %	8 % 92 %	10 % 90 %	12 % 88 %
COP de calefacción	2,39	2,48	2,47	2,45	2,44	2,43
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup> 1108	944	1011	1077	1145	1213
Capacidad calorífica en relación con la referencia	100,0 %	85,2 %	91,2 %	97,3 %	103,3 %	109,5 %
Relación de presión	9,39	12,57	12,98	13,23	13,35	13,38
Temperatura de descarga del compresor	°C 71,6	86,9	90,3	93,3	95,9	98,1
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K 0,0	15,2	18,7	21,7	24,2	26,5
Presión de entrada del evaporador	bar 1,23	0,88	0,93	0,99	1,05	1,12
Presión de entrada del condensador	bar 11,54	11,03	12,10	13,11	14,08	15,02
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K 0,0	2,0	3,1	4,2	5,4	6,5
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K 0,0	12,3	16,5	19,8	22,3	24,2

**Ejemplo 12 (composiciones binarias de R-1132a y CF3I)**

20

Resultados	R1234yf	R1132a CF3I					
		4 % 96 %	6 % 94 %	8 % 92 %	10 % 90 %	12 % 88 %	14 % 86 %
COP de calefacción	2,39	2,60	2,58	2,56	2,54	2,53	2,52
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup> 1108	1189	1310	1431	1553	1675	1795
Capacidad calorífica en relación con la referencia	100,0 %	107,3 %	118,3 %	129,2 %	140,2 %	151,2 %	162,1 %
Relación de presión	9,39	10,25	10,35	10,31	10,20	10,05	9,88
Temperatura de descarga del compresor	°C 71,6	123,2	126,2	128,2	129,6	130,5	131,1
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K 0,0	51,6	54,5	56,5	57,9	58,9	59,5
Presión de entrada del evaporador	bar 1,23	1,10	1,22	1,34	1,47	1,61	1,75
Presión de entrada del condensador	bar 11,54	11,27	12,59	13,83	15,02	16,17	17,28
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K 0,0	4,6	6,8	9,0	10,9	12,7	14,3
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K 0,0	15,2	19,6	22,7	24,9	26,4	27,3

## ES 2 974 267 T3

### Ejemplo 13 (composiciones ternarias de 4 % en peso de R- 1132a, R-1234yf y CF<sub>3</sub>I)

			R1132a	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
			R1234yf	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	70 %
			CF3I	86 %	76 %	66 %	56 %	46 %	36 %	26 %	26 %
Resultados		R1234yf		2,57	2,54	2,51	2,48	2,45	2,43	2,41	
COP de calefacción		2,39		2,57	2,54	2,51	2,48	2,45	2,43	2,41	
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108		1248	1288	1312	1322	1320	1308	1290	
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %		112,7 %	116,3 %	118,4 %	119,4 %	119,2 %	118,1 %	116,5 %	
Relación de presión		9,39		9,88	9,63	9,47	9,38	9,36	9,39	9,46	
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6		111,0	102,0	95,2	89,9	86,0	83,0	80,6	
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0		39,4	30,4	23,5	18,3	14,4	11,3	9,0	
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23		1,20	1,28	1,35	1,39	1,41	1,41	1,40	
Presión de entrada del condensador	bar	11,54		11,88	12,37	12,75	13,02	13,19	13,27	13,28	
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		4,5	3,9	3,1	2,4	1,9	1,6	1,5	
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		12,7	10,5	8,6	7,1	6,1	5,5	5,1	

### Ejemplo 14 (composiciones ternarias de 8 % en peso de R-1132a, R-1234yf y CF<sub>3</sub>I)

			R1132a	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %
			R1234yf	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	60 %
			CF3I	82 %	72 %	62 %	52 %	42 %	32 %	32 %
Resultados		R1234yf		2,53	2,50	2,48	2,45	2,43	2,41	
COP de calefacción		2,39		2,53	2,50	2,48	2,45	2,43	2,41	
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108		1467	1488	1496	1491	1476	1452	
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %		132,5 %	134,3 %	135,0 %	134,6 %	133,2 %	131,1 %	
Relación de presión		9,39		9,95	9,72	9,58	9,51	9,51	9,56	
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6		115,6	106,3	99,3	93,9	89,8	86,7	
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0		44,0	34,7	27,6	22,3	18,2	15,1	
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23		1,43	1,50	1,55	1,57	1,58	1,57	
Presión de entrada del condensador	bar	11,54		14,24	14,57	14,82	14,97	15,03	15,02	
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		7,9	6,5	5,2	4,2	3,5	3,1	
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		18,7	15,5	13,1	11,3	10,1	9,3	

**Ejemplo 15 (composiciones ternarias de 10 % en peso de R-1132a, R-1234yf y CF3I)**

<b>R1132a</b>	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
<b>R1234yf</b>	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %
<b>CF3I</b>	80 %	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %

<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>						
COP de calefacción		2,39	2,52	2,49	2,46	2,44	2,41	2,40
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108	1577	1588	1587	1576	1554	1524
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	142,4 %	143,4 %	143,3 %	142,2 %	140,3 %	137,6 %
Relación de presión		9,39	9,89	9,69	9,57	9,52	9,53	9,60
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	117,2	107,9	100,9	95,5	91,4	88,3
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0	45,5	36,3	29,2	23,9	19,8	16,7
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23	1,55	1,61	1,65	1,67	1,67	1,65
Presión de entrada del condensador	bar	11,54	15,36	15,63	15,82	15,92	15,93	15,87
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	9,3	7,7	6,2	5,0	4,3	3,9
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	20,6	17,2	14,6	12,8	11,5	10,8

**Ejemplo 16 (composiciones cuaternarias de 4 % en peso de R-1132a, 8 % en peso de R-32, R-1234yf y CF3I)**

5

<b>R1132a</b>	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
<b>R32</b>	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %
<b>R1234yf</b>	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
<b>CF3I</b>	78 %	68 %	58 %	48 %	38 %

<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>					
COP de calefacción		2,39	2,55	2,52	2,49	2,47	2,45
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108	1747	1740	1724	1700	1667
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	157,7 %	157,1 %	155,7 %	153,5 %	150,5 %
Relación de presión		9,39	9,36	9,28	9,24	9,24	9,29
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	122,6	113,0	105,6	100,0	95,7
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K	0,0	50,9	41,4	34,0	28,4	24,1
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23	1,73	1,77	1,79	1,79	1,78
Presión de entrada del condensador	bar	11,54	16,19	16,41	16,55	16,58	16,53
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	10,5	8,4	6,6	5,4	4,7
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	17,5	14,6	12,4	10,9	9,9

**Ejemplo 17 (composiciones ternarias de R-1132a, 5 % en peso de R-32 y R-152a)**

<b>R1132a</b>	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %
<b>R32</b>	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %
<b>R152a</b>	91 %	89 %	87 %	85 %	83 %
<b>PCG</b>	147	144	142	139	137

<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>					
COP de calefacción		2,39	2,61	2,60	2,59	2,58	2,56
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108	1263	1312	1362	1413	1466
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	114,0 %	118,4 %	122,9 %	127,6 %	132,4 %
Relación de presión		9,39	11,03	11,15	11,24	11,29	11,32
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	123,5	125,0	126,3	127,5	128,6
Diferencia de temp. de descarga respecto a							

ES 2 974 267 T3

(continuación)

<b>R1132a</b>	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %
<b>R32</b>	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %
<b>R152a</b>	91 %	89 %	87 %	85 %	83 %
PCG	147	144	142	139	137

Resultados		R1234yf						
referencia	K	0,0		51,8	53,4	54,7	55,9	57,0
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23		1,12	1,16	1,21	1,26	1,31
Presión de entrada del condensador	bar	11,54		12,33	12,95	13,57	14,20	14,82
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		2,3	3,1	3,9	4,7	5,5
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		6,7	8,8	10,7	12,4	13,9

**Ejemplo 18 (composiciones cuaternarias de 4 % en peso de R-1132a, 6 % en peso de R-32, R-1234yf y R-152a)**

<b>R1132a</b>	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
<b>R32</b>	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %
<b>R1234yf</b>	80 %	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %	20 %
<b>R152a</b>	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %
PCG	54	66	78	91	103	115	128

Resultados		R1234yf								
COP de calefacción		2,39		2,43	2,46	2,49	2,52	2,54	2,57	2,58
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108		1444	1436	1419	1398	1375	1351	1326
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %		130,4 %	129,6 %	128,1 %	126,2 %	124,1 %	121,9 %	119,7 %
Relación de presión		9,39		9,82	9,94	10,09	10,25	10,42	10,58	10,73
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6		88,1	92,6	97,3	102,0	106,6	111,2	115,6
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0		16,5	21,0	25,7	30,4	35,0	39,6	44,0
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23		1,52	1,48	1,42	1,37	1,31	1,26	1,22
Presión de entrada del condensador	bar	11,54		14,98	14,68	14,35	14,01	13,68	13,36	13,05
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		2,8	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,8
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		7,3	6,9	6,7	6,7	6,7	6,8	6,9

ES 2 974 267 T3

**Ejemplo 19 (composiciones cuaternarias de 4 % en peso de R-1132a, 12 % en peso de R-32, R-1234yf y R-152a)**

<b>R1132a</b>	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
<b>R32</b>	12 %	12 %	12 %	12 %	12 %	12 %
<b>R1234yf</b>	80 %	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %
<b>R152a</b>	4 %	14 %	24 %	34 %	44 %	54 %

<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>	PCG	87	99	111	124	136	148
COP de calefacción		2,39		2,42	2,45	2,48	2,51	2,54	2,56
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108		1640	1616	1585	1550	1514	1479
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	148,1 %	145,9 %	143,1 %	139,9 %	136,7 %	133,5 %	
Relación de presión		9,39		9,60	9,72	9,88	10,06	10,24	10,41
Temperatura de descarga del compresor Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	°C	71,6		91,7	96,0	100,7	105,4	110,1	114,7
Presión de entrada del evaporador		K	0,0		20,0	24,4	29,0	33,7	38,4
Presión de entrada del condensador	bar	1,23		1,75	1,68	1,60	1,53	1,46	1,39
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	bar	11,54		16,85	16,36	15,86	15,38	14,92	14,49
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		4,3	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
	K	0,0		8,7	8,1	7,8	7,8	7,8	7,9

**Ejemplo 20 (composiciones cuaternarias de 4 % en peso de R-1132a, 16 % en peso de R-32, R-1234yf y R-152a)**

5

<b>R1132a</b>	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
<b>R32</b>	16 %	16 %	16 %	16 %	16 %
<b>R1234yf</b>	76 %	70 %	60 %	50 %	48 %
<b>R152a</b>	4 %	10 %	20 %	30 %	32 %

<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>	PCG	114	121	133	146	148
COP de calefacción		2,39		2,42	2,45	2,48	2,51	2,51
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108		1767	1745	1702	1657	1648
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	159,5 %	157,5 %	153,6 %	149,6 %	148,7 %	
Relación de presión		9,39		9,45	9,54	9,72	9,91	9,95
Temperatura de descarga del compresor Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	°C	71,6		95,4	98,0	102,6	107,4	108,4
Presión de entrada del evaporador		K	0,0		23,7	26,4	31,0	35,8
Presión de entrada del condensador	bar	1,23		1,89	1,83	1,74	1,65	1,63
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	bar	11,54		17,87	17,50	16,89	16,31	16,20
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		4,8	4,6	4,4	4,4	4,4
	K	0,0		8,7	8,4	8,1	8,1	8,2

# ES 2 974 267 T3

## Ejemplo 21 (composiciones cuaternarias de 8 % en peso de R-1132a, 16 % en peso de R-32, R-1234yf y R-152a)

<b>R1132a</b>	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %
<b>R32</b>	16 %	16 %	16 %	16 %	16 %	16 %
<b>R1234yf</b>	72 %	70 %	60 %	50 %	48 %	44 %
<b>R152a</b>	4 %	6 %	16 %	26 %	28 %	32 %
PCG	114	116	129	141	143	148

Resultados		R1234yf							
COP de calefacción		2,39		2,40	2,41	2,45	2,48	2,48	2,49
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108		1908	1900	1852	1800	1790	1769
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %		172,3 %	171,5 %	167,2 %	162,5 %	161,6 %	159,7 %
Relación de presión		9,39		9,42	9,45	9,65	9,87	9,91	10,00
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6		98,4	99,3	104,0	108,9	109,9	111,8
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia		K	0,0		26,7	27,6	32,3	37,3	38,2
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23		2,06	2,04	1,92	1,82	1,79	1,75
Presión de entrada del condensador	bar	11,54		19,39	19,25	18,57	17,91	17,78	17,54
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		5,9	5,8	5,7	5,7	5,7	5,8
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		10,3	10,2	10,2	10,4	10,4	10,6

## Ejemplo 22 (composiciones ternarias de R-1132a, 10 % en peso de R-32 y R-1234ze(E) y R-1132a, 21 % en peso de R-32 y R-1234ze(E))

5

<b>R1132a</b>	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %
<b>R32</b>	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	21 %	21 %	21 %	21 %	21 %
<b>R1234ze(E)</b>	86 %	84 %	82 %	80 %	78 %	75 %	73 %	71 %	69 %	67 %

Resultados		R1234yf											
COP de calefacción		2,39		2,50	2,49	2,47	2,46	2,44	2,51	2,50	2,48	2,47	2,45
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108		1227	1302	1377	1453	1530	1550	1631	1713	1796	1880
Capacidad calorífica en relación con Referencia		100,0 %		110,8 %	117,5 %	124,3 %	131,2 %	138,2 %	139,9 %	147,2 %	154,6 %	162,2 %	169,8 %
Relación de presión		9,39		11,98	12,11	12,15	12,14	12,07	11,09	11,12	11,10	11,05	10,97
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6		98,6	101,2	103,5	105,5	107,3	109,1	111,2	113,0	114,7	116,2
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia		K	0,0		27,0	29,6	31,9	33,9	35,7	37,5	39,6	41,4	43,1
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23		1,14	1,21	1,29	1,37	1,45	1,46	1,55	1,64	1,73	1,83
Presión de entrada del condensador	bar	11,54		13,69	14,68	15,65	16,59	17,50	16,25	17,22	18,17	19,11	20,03
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		5,7	6,8	7,9	8,9	10,0	8,4	9,3	10,1	11,0	11,8
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		15,3	17,9	19,9	21,4	22,5	14,9	16,5	17,8	18,7	19,4

ES 2 974 267 T3

**Ejemplo 23 (composiciones cuaternarias de 3 % en peso de R-1132a, 3 % en peso de CO<sub>2</sub>, R- 32 y R-1234yf)**

<b>R1132a</b>	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %
<b>R744</b>	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %
<b>R32</b>	4 %	8 %	12 %	16 %	20 %	21 %
<b>R1234yf</b>	90 %	86 %	82 %	78 %	74 %	73 %
PCG	28	55	82	109	136	143

<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>					
COP de calefacción		2,39	2,39	2,39	2,40	2,40	2,40
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108	1548	1686	1823	1956	2115
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	139,7 %	152,2 %	164,6 %	176,6 %	188,1 %
Relación de presión		9,39	10,39	10,13	9,86	9,62	9,41
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	88,7	92,4	95,9	99,2	102,3
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0	17,0	20,8	24,3	27,5	30,7
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23	1,63	1,79	1,94	2,10	2,24
Presión de entrada del condensador	bar	11,54	16,96	18,11	19,17	20,16	21,09
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	4,2	5,2	6,0	6,5	6,6
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	14,3	14,0	13,4	12,5	11,3

**Ejemplo 24 (composiciones cuaternarias de 4 % en peso de R-1132a, 4 % en peso de CO<sub>2</sub>, R-32 y R-1234yf)**

<b>R1132a</b>	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
<b>R744</b>	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
<b>R32</b>	4 %	8 %	12 %	16 %	20 %	21 %
<b>R1234yf</b>	88 %	84 %	80 %	76 %	72 %	71 %
PCG	28	55	82	109	136	143

<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>					
COP de calefacción		2,39	2,38	2,38	2,39	2,39	2,39
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108	1652	1793	1931	2065	2225
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	149,1 %	161,8 %	174,3 %	186,4 %	198,0 %
Relación de presión		9,39	10,49	10,18	9,89	9,63	9,41
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	91,8	95,3	98,6	101,8	104,8
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0	20,2	23,7	27,0	30,1	33,2
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23	1,74	1,90	2,06	2,22	2,36
Presión de entrada del condensador	bar	11,54	18,23	19,33	20,37	21,34	22,26
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	5,2	6,2	6,9	7,3	7,3
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	16,6	15,8	14,9	13,7	12,6

**Ejemplo 25 (composiciones cuaternarias de 4 % en peso de R-1132, 2 % en peso de CO<sub>2</sub>, R-32 y R-1234yf)**

<b>R1132a</b>	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
<b>R744</b>	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %
<b>R32</b>	4 %	8 %	12 %	16 %	20 %	21 %
<b>R1234yf</b>	90 %	86 %	82 %	78 %	74 %	73 %
PCG	28	55	82	109	136	143

<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>						
COP de calefacción		2,39	2,39	2,39	2,40	2,40	2,40	
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108	1511	1650	1788	1922	2082	
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	136,4 %	149,0 %	161,4 %	173,5 %	185,1 %	188,0 %
Relación de presión		9,39	10,23	10,01	9,77	9,55	9,35	9,31
Temperatura de descarga del compresor Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	°C	71,6	87,0	90,9	94,5	97,9	101,1	101,9
Presión de entrada del evaporador		K	0,0	15,4	19,3	22,9	26,2	29,5
Presión de entrada del condensador	bar	1,23	1,61	1,76	1,92	2,07	2,21	2,25
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	bar	11,54	16,43	17,63	18,73	19,75	20,71	20,94
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	3,8	4,9	5,7	6,2	6,4	6,4
	K	0,0	12,7	12,8	12,4	11,7	10,8	10,6

**Ejemplo 26 (composiciones cuaternarias de 5 % en peso de R-1132a, 3 % en peso de CO<sub>2</sub>, R-32 y R-1234yf)**

5

<b>R1132a</b>	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %
<b>R744</b>	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %
<b>R32</b>	4 %	8 %	12 %	16 %	20 %	21 %
<b>R1234yf</b>	88 %	84 %	80 %	76 %	72 %	71 %
PCG	28	55	82	109	136	143

<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>						
COP de calefacción		2,39	2,38	2,38	2,39	2,39	2,39	
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108	1615	1756	1895	2030	2160	
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	145,8 %	158,6 %	171,1 %	183,3 %	195,0 %	197,8 %
Relación de presión		9,39	10,36	10,09	9,82	9,57	9,37	9,32
Temperatura de descarga del compresor Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	°C	71,6	90,3	93,9	97,3	100,5	103,6	104,4
Presión de entrada del evaporador		K	0,0	18,6	22,3	25,7	28,9	32,0
Presión de entrada del condensador	bar	1,23	1,71	1,87	2,03	2,19	2,34	2,37
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	bar	11,54	17,72	18,87	19,94	20,94	21,88	22,11
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	4,9	5,9	6,6	7,0	7,1	7,1
	K	0,0	15,2	14,8	14,0	13,0	12,0	11,7

ES 2 974 267 T3

**Ejemplo 27 (composiciones ternarias de 4 % en peso de R-1132a, R-1123 y R-1234yf)**

			R1132a	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
			R1123	4 %	8 %	12 %	16 %	20 %	24 %	28 %	
			R1234yf	92 %	88 %	84 %	80 %	76 %	72 %	68 %	
Resultados		R1234yf									
COP de calefacción		2,39	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,37	2,37	
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108	1303	1380	1460	1543	1627	1714	1803		
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	117,6 %	124,6 %	131,8 %	139,3 %	146,9 %	154,7 %	162,7 %		
Relación de presión		9,39	9,73	9,70	9,66	9,59	9,50	9,40	9,30		
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	78,8	81,2	83,5	85,7	87,9	90,0	92,0		
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0	7,1	9,5	11,8	14,1	16,2	18,3	20,4		
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23	1,43	1,51	1,60	1,70	1,80	1,90	2,01		
Presión de entrada del condensador	bar	11,54	13,87	14,66	15,46	16,26	17,06	17,87	18,69		
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	1,9	2,5	3,1	3,7	4,3	4,8	5,2		
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	6,1	7,2	8,0	8,7	9,1	9,4	9,5		

**Ejemplo 28 (composiciones ternarias de 6 % en peso de R-1132a, R-1123 y R-1234yf)**

5

			R1132a	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %
			R1123	4 %	8 %	12 %	16 %	20 %	24 %	28 %
			R1234yf	90 %	86 %	82 %	78 %	74 %	70 %	66 %
Resultados		R1234yf								
COP de calefacción		2,39	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,36	2,35
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108	1368	1448	1530	1615	1702	1792	1883	
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	123,5 %	130,7 %	138,1 %	145,8 %	153,7 %	161,8 %	170,0 %	
Relación de presión		9,39	9,81	9,77	9,70	9,62	9,52	9,41	9,30	
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	80,8	83,1	85,4	87,6	89,7	91,7	93,7	
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0	9,2	11,5	13,8	15,9	18,1	20,1	22,1	
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23	1,49	1,58	1,68	1,78	1,88	1,99	2,11	
Presión de entrada del condensador	bar	11,54	14,66	15,47	16,29	17,10	17,93	18,76	19,61	
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	2,6	3,2	3,8	4,4	4,9	5,4	5,8	

ES 2 974 267 T3

(continuación)

R1132a	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %
R1123	4 %	8 %	12 %	16 %	20 %	24 %	28 %
R1234yf	90 %	86 %	82 %	78 %	74 %	70 %	66 %

Resultados		R1234yf								
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		7,9	8,8	9,5	10,0	10,3	10,5	10,5

Ejemplo 29 (composiciones ternarias de 8 % en peso de R-1132a, R-1123 y R-1234yf)

R1132a	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %
R1123	4 %	8 %	12 %	16 %	20 %	24 %	28 %
R1234yf	88 %	84 %	80 %	76 %	72 %	68 %	64 %

Resultados		R1234yf								
COP de calefacción		2,39		2,37	2,37	2,36	2,36	2,35	2,35	2,34
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108		1434	1516	1602	1689	1779	1871	1965
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %		129,4 %	136,9 %	144,6 %	152,5 %	160,6 %	168,9 %	177,4 %
Relación de presión		9,39		9,86	9,80	9,72	9,62	9,52	9,40	9,28
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6		82,7	85,0	87,2	89,3	91,4	93,4	95,3
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0		11,1	13,4	15,6	17,7	19,8	21,8	23,7
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23		1,57	1,66	1,76	1,87	1,98	2,09	2,21
Presión de entrada del condensador	bar	11,54		15,45	16,28	17,12	17,95	18,80	19,66	20,53
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		3,2	3,9	4,5	5,1	5,6	6,0	6,4
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		9,5	10,2	10,8	11,1	11,3	11,4	11,3

5

Ejemplo 30 (composiciones ternarias de 10 % en peso de R-1132a, R-1123 y R-1234yf)

R1132a	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
R1123	4 %	8 %	12 %	16 %	20 %	24 %	28 %
R1234yf	86 %	82 %	78 %	74 %	70 %	66 %	62 %

Resultados		R1234yf								
COP de calefacción		2,39		2,36	2,36	2,35	2,35	2,34	2,34	2,33
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108		1501	1586	1674	1764	1857	1952	2048
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %		135,5 %	143,2 %	151,1 %	159,3 %	167,6 %	176,2 %	184,9 %
Relación de presión		9,39		9,89	9,82	9,72	9,61	9,50	9,37	9,25
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6		84,6	86,8	88,9	91,0	93,0	95,0	96,9
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0		12,9	15,2	17,3	19,4	21,4	23,3	25,2
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23		1,64	1,74	1,85	1,96	2,07	2,19	2,32
Presión de entrada del condensador	bar	11,54		16,24	17,09	17,95	18,81	19,68	20,56	21,45
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0		3,9	4,5	5,1	5,7	6,2	6,6	7,0
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0		10,8	11,4	11,8	12,1	12,2	12,1	11,9

# ES 2 974 267 T3

## Ejemplo 31 (composiciones ternarias de 4% en peso de R -1132a, R-152a y R1234yf)

			R1132a	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
			R1234yf	5 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	92 %		
			R152a	91 %	86 %	76 %	66 %	56 %	46 %	36 %	26 %	16 %	6 %	4 %		
<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>														
COP de calefacción		2,39	2,61	2,61	2,59	2,57	2,55	2,53	2,50	2,47	2,44	2,40	2,40			
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m³	1108	1190	1198	1214	1230	1245	1257	1266	1269	1264	1246	1241			
Capacidad calorífica en relación con Referencia		100,0 %	107,4	108,2	109,6	111,1	112,4	113,5	114,3	114,6	114,1	112,5	112,0			
Relación de presión		9,39	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%			
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	11,04	10,97	10,83	10,68	10,52	10,36	10,19	10,02	9,88	9,76	9,74			
Diferencia de temp. de descarga respecto a la referencia	K	0,0	118,2	116,1	111,8	107,4	102,8	98,1	93,4	88,6	83,8	79,1	78,1			
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23	46,6	44,5	40,2	35,8	31,2	26,5	21,7	16,9	12,1	7,4	6,5			
Presión de entrada del condensador	bar	11,54	1,06	1,08	1,11	1,15	1,18	1,22	1,26	1,30	1,33	1,35	1,35			
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	11,69	11,80	12,02	12,24	12,45	12,66	12,86	13,01	13,12	13,13	13,12			
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2			

## Ejemplo 32 (composiciones ternarias de 6 % en peso de R- 1132a, R-152a y R1234yf)

			R1132a	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %
			R1234yf	4 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %		
			R152a	90 %	84 %	74 %	64 %	54 %	44 %	34 %	24 %	14 %	4 %		
<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>													
COP de calefacción		2,39	2,60	2,59	2,58	2,56	2,54	2,51	2,49	2,46	2,43	2,39			
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m³	1108	1235	1245	1263	1281	1297	1311	1321	1325	1320	1302			
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	111,5 %	112,4 %	114,0 %	115,6 %	117,1 %	118,3 %	119,2 %	119,6 %	119,2 %	117,5 %			
Relación de presión		9,39	11,20	11,11	10,95	10,79	10,62	10,44	10,26	10,10	9,95	9,85			
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	120,2	117,7	113,3	108,8	104,1	99,4	94,5	89,7	84,9	80,2			
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0	48,6	46,0	41,6	37,1	32,5	27,7	22,9	18,1	13,3	8,6			
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23	1,10	1,12	1,15	1,19	1,24	1,28	1,32	1,36	1,39	1,41			
Presión de entrada del condensador	bar	11,54	12,29	12,42	12,65	12,89	13,12	13,35	13,56	13,73	13,85	13,88			
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	1,9			
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	7,6	7,5	7,4	7,2	6,9	6,7	6,5	6,3	6,4	6,6			

## ES 2 974 267 T3

### Ejemplo 33 (composiciones ternarias de 8 % en peso de R 1132a, R- 152a y R1234yf)

			R1132a	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %
			R1234yf	4 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	88 %	
			R152a	88 %	82 %	72 %	62 %	52 %	42 %	32 %	22 %	12 %	4 %	
<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>												
COP de calefacción		2,39	2,59	2,58	2,56	2,54	2,52	2,50	2,47	2,44	2,41	2,38		
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108	1282	1294	1313	1332	1350	1366	1378	1383	1378	1364		
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	115,8 %	116,8 %	118,6 %	120,3 %	121,9 %	123,3 %	124,4 %	124,8 %	124,4 %	123,2 %		
Relación de presión		9,39	11,31	11,21	11,04	10,87	10,68	10,50	10,31	10,14	10,00	9,92		
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	121,7	119,0	114,6	110,0	105,3	100,5	95,6	90,7	85,9	82,2		
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0	50,0	47,4	42,9	38,4	33,6	28,8	24,0	19,1	14,3	10,6		
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23	1,14	1,16	1,20	1,25	1,29	1,34	1,38	1,43	1,46	1,47		
Presión de entrada del condensador	bar	11,54	12,90	13,04	13,29	13,54	13,79	14,03	14,26	14,46	14,59	14,63		
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,1	3,0	2,8	27,7	2,6	2,5		
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	9,6	9,5	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	8,0	8,0	8,3		

### Ejemplo 34 (composiciones ternarias de 10 % en peso de R-1132a, R-152a y R1234yf)

			R1132a	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
			R1234yf	4 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	86 %	
			R152a	86 %	80 %	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %	20 %	10 %	4 %	
<b>Resultados</b>		<b>R1234yf</b>												
COP de calefacción		2,39	2,57	2,57	2,55	2,53	2,51	2,49	2,46	2,43	2,40	2,38		
Capacidad calorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>	1108	1331	1344	1365	1386	1406	1423	1436	1442	1438	1428		
Capacidad calorífica en relación con la referencia		100,0 %	120,2 %	121,3 %	123,2 %	125,1 %	126,9 %	128,5 %	129,7 %	130,2 %	129,8 %	128,9 %		
Relación de presión		9,39	11,38	11,28	11,10	10,91	10,72	10,52	10,33	10,16	10,02	9,97		
Temperatura de descarga del compresor	°C	71,6	122,9	120,3	115,7	111,1	106,3	101,4	96,5	91,6	86,8	84,1		
Diferencia de temp. de descarga respecto a referencia	K	0,0	51,3	48,6	44,1	39,4	34,7	29,8	24,9	20,0	15,2	12,4		
Presión de entrada del evaporador	bar	1,23	1,19	1,21	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,53	1,54		
Presión de entrada del condensador	bar	11,54	13,51	13,66	13,92	14,19	14,46	14,73	14,98	15,19	15,34	15,39		
Deslizamiento del evaporador (fuera-dentro)	K	0,0	3,8	3,8	3,9	3,9	3,8	3,7	3,5	3,3	3,2	3,2		
Deslizamiento del condensador (dentro-fuera)	K	0,0	11,5	11,3	11,0	10,6	10,3	9,9	9,6	9,5	9,5	9,7		

5 Ejemplo 35 (composiciones ternarias de 4 % en peso de R-1132a, R-32 y CO<sub>2</sub> y composiciones ternarias que comprenden el 8 % en peso de R-1132a, R-32 y CO<sub>2</sub>)

<b>CO2</b>	92 %	2,73	2,80	2,87	2,97	307	3,17	3,24	3,29
	4 %		4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
	4 %		8 %	12 %	16 %	20 %	24 %	28 %	32 %
<b>R1132a</b>	13948	13584	13213	12840	12500	12500	12472	12323	12092
<b>R32</b>	102,6	103,4	103,9	103,9	103,7	103,7	105,6	107,3	108,9
Coefficiente de Rendimiento (COP)	39,5	37,5	35,5	33,6	31,8	31,8	30,2	28,6	27,1
Capacidad frigorífica volumétrica	85,6	81,4	77,2	72,9	68,7	68,7	66,2	63,7	61,3
Temperatura de descarga del compresor	1,1	2,3	3,3	4,4	5,3	5,3	6,4	7,3	8,1
Presión del evaporador									
Presión del enfriador de gas									
Deslizamiento de temperatura del evaporador									
<b>RESULTADOS</b>									
<b>CO2</b>	88 %	2,71	2,77	2,85	2,94	304	3,15	3,23	3,28
	8 %		8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %
	4 %		8 %	12 %	16 %	20 %	24 %	28 %	32 %
<b>R1132a</b>	13729	13375	13014	12648	12285	12285	12214	12094	11878
<b>R32</b>	101,8	102,6	103,1	103,2	102,8	102,8	104,1	105,8	107,3
Coefficiente de Rendimiento (COP)	39,2	37,2	35,3	33,4	31,6	31,6	30,0	28,4	26,9
Capacidad frigorífica volumétrica	85,2	81,0	76,9	72,6	68,3	68,3	65,5	63,0	60,6
Temperatura de descarga del compresor	1,1	2,2	3,3	4,3	5,3	5,3	6,2	7,1	7,9
Presión del evaporador									
Presión del enfriador de gas									
Deslizamiento de temperatura del evaporador									

**Ejemplo 36 (composiciones ternarias de 10 % en peso de R-1132a, R-32 y CO<sub>2</sub> y composiciones ternarias que comprenden el 14 % en peso de R-1132a, R-32 y CO<sub>2</sub>)**

	CO2			R1132a			R32		
	88 %	84 %	80 %	76 %	72 %	69 %	64 %	60 %	
Coefficiente de Rendimiento (COP)	2,66	2,73	2,79	2,87	2,97	3,05	3,18	3,25	
Capacidad frigorífica volumétrica	13789	13446	13077	12717	12359	12084	12028	11875	
Temperatura de descarga del compresor	100,8	101,8	102,5	102,9	102,8	102,4	104,3	105,9	
Presión del evaporador	40,2	38,1	36,0	34,1	32,3	31,0	29,0	27,5	
Presión del enfriador de gas	87,0	82,9	78,8	74,6	70,3	67,1	63,8	61,4	
Deslizamiento de temperatura del evaporador	0,6	1,7	2,7	3,8	4,8	5,4	6,6	7,5	

**RESULTADOS**

	CO2			R1132a			R32		
	82 %	78 %	74 %	70 %	65 %	60 %	56 %	50 %	
Coefficiente de Rendimiento (COP)	2,67	2,73	2,81	2,89	3,02	3,16	3,24	3,32	
Capacidad frigorífica volumétrica	13383	13045	12696	12347	11903	11784	11654	11524	
Temperatura de descarga del compresor	100,6	101,4	101,9	102,1	101,6	102,9	104,4	105,9	
Presión del evaporador	38,8	36,8	34,8	33,0	30,8	28,7	27,2	25,7	
Presión del enfriador de gas	84,4	80,4	76,2	72,1	66,8	63,1	60,6	58,1	
Deslizamiento de temperatura del evaporador	1,1	2,2	3,2	4,2	5,4	6,5	7,3	8,4	

**Ejemplo 37 (composiciones binarias de R-1132a y R-32)**

RESULTADOS										
		<b>R1132a</b>	100 %	96 %	92 %	88 %	84 %	80 %	76 %	72 %
		<b>R32</b>	0 %	4 %	8 %	12 %	16 %	20 %	24 %	28 %
Coefficiente de Rendimiento (COP)			2,75	2,81	2,89	2,97	3,06	3,17	3,30	3,45
Capacidad frigorífica volumétrica	kJ/m <sup>3</sup>		8680	8708	8723	8724	8712	8679	8633	8709
Temperatura de descarga del compresor	°C		80,9	81,2	81,5	81,7	81,9	81,9	81,6	82,2
Presión del evaporador	bar		26,5	25,9	25,4	24,7	24,1	23,4	22,6	21,9
Presión del enfriador de gas	bar		56,7	55,5	54,2	52,7	51,0	49,1	47,0	45,3
Deslizamiento de temperatura del evaporador	K		0,0	0,1	0,4	0,7	1,0	1,5	2,0	2,7

5 El ejemplo 38 ilustra los datos de rendimiento de una composición ternaria que comprende el 8 % en peso de R-1132a, el 11 % en peso de R-32 y el 81 % en peso de R-1234yf en un sistema móvil de bomba de calor/aire acondicionado para su uso en un automóvil eléctrico.

10 El rendimiento del sistema se ejecutó en modo de refrigeración (aire acondicionado) de acuerdo con la norma SAE J2765 en tres condiciones de prueba, utilizando el mismo tamaño de carga de refrigerante para la mezcla que para R-1234yf. La velocidad del compresor se redujo para que la mezcla alcanzara la misma capacidad frigorífica que R-1234yf en cada punto de prueba, de acuerdo con la práctica convencional para comparar diferentes refrigerantes.

15 A continuación, los resultados se muestran y se ilustran en las Figuras 2 y 3. La composición probada fue capaz de ofrecer consistentemente una eficiencia energética mejorada en cada punto de prueba, con el coeficiente de rendimiento (COP) variando del 110 % al 125 % del valor de R-1234yf.

**Ejemplo 38 (composición ternaria de 8 % en peso de R-1132a, 11 % en peso de R-32 y 81 % en peso de R-1234yf)**

Nombre de la prueba	Temperatura ambiente (°C)	Velocidad del compresor (rpm)	Condensador		Evaporador		Flujo de masa de aire (kg/min)	Temperatura objetivo del aire apagado (°C)
			Temperatura del aire encendido (°C)	Velocidad frontal del aire (m/s)	Temperatura del aire encendido (°C)	humedad relativa (%)		
I35a	35	900	35	1,5	35	40	9	3
M35a	35	2500	35	3	35	40	9	3
H35a	35	4000	35	4	35	40	9	3
<b>Datos de rendimiento de R1234yf</b>								
	<b>Capacidad frigorífica (kW)</b>	<b>COP</b>	<b>Trabajo del compresor (kW)</b>					
I35a	5,12	1,68	3,05					
M35a	5,74	2,00	2,87					
H35a	5,88	2,08	2,83					
<b>Datos de rendimiento de R-1132a/R-32/R-1234yf (8/11/181 %)</b>								
	<b>Capacidad frigorífica (kW)</b>	<b>COP</b>	<b>Trabajo del compresor (kW)</b>					
I35a	5,14	1,85	2,78					
M35a	5,75	2,47	2,33					
H35a	5,85	2,61	2,24					
I35a	<b>COP de la mezcla en relación con R-1234yf</b>							
M35a	110 %							
H35a	123 %							
	126 %							

## REIVINDICACIONES

1. Uso como refrigerante en un sistema de bomba de calor en un vehículo eléctrico de una composición que comprende del 3 al 30 % en peso de 1,1-difluoroetileno (R-1132a) basado en el peso total de la composición y al menos un compuesto refrigerante de fluorocarbono seleccionado del grupo formado por 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf), difluorometano (R-32), 1,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234ze(E)) y 1,1-difluoroetano (R-152a).
2. El uso de la reivindicación 1, en donde la composición refrigerante comprende además al menos uno de trifluoroetileno (R-1123), trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I), dióxido de carbono (R-744, CO<sub>2</sub>) y 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a).
3. Uso como refrigerante en un sistema de bomba de calor en un vehículo eléctrico de una composición que comprende del 3 al 30 % en peso de 1,1-difluoroetileno (R-1132a) basado en el peso total de la composición y trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I).
4. El uso de la reivindicación 1, en donde la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-152a y R-1234yf, tal como del 4 al 10 % en peso de R-1132a, del 2 al 30 % en peso de R-152a y del 60 al 94 % en peso de R-1234yf.
5. El uso de la reivindicación 1, en donde la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, al menos un compuesto refrigerante de tetrafluoropropeno seleccionado del grupo que consiste en R-1234yf y R-1234ze(E), y opcionalmente difluorometano (R-32), tal como en donde el R-32 está presente en una cantidad del 1 al 21 % en peso basado en el peso total de la composición refrigerante.
6. El uso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde R-1132a está presente en una cantidad del 3 al 20 % en peso, tal como de aproximadamente el 3 a aproximadamente el 15 % en peso, basado en el peso total de la composición refrigerante.
7. El uso de la reivindicación 5 o 6, en donde la composición refrigerante comprende además CF<sub>3</sub>I, preferentemente en donde el CF<sub>3</sub>I está presente en una cantidad inferior a R-1234yf o R-1234ze(E), y/o en donde la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-32, R-1234yf y CF<sub>3</sub>I.
8. El uso de la reivindicación 5 o 6, en donde la composición refrigerante comprende además CO<sub>2</sub> (R-744), preferentemente en donde el CO<sub>2</sub> combinado y el contenido de R-1132a es menos de aproximadamente el 30 % en peso, tal como menos de aproximadamente el 20 % en peso, y/o en donde la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-32, R-1234yf y CO<sub>2</sub>.
9. El uso de la reivindicación 1, 2 o 6, en donde la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-152a y opcionalmente R-32, tal como en donde la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-152a, R-32 y al menos un compuesto refrigerante de tetrafluoropropeno seleccionado del grupo que consiste en R-1234yf y R-1234ze(E).
10. El uso de cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7 o 9, en donde la composición refrigerante comprende además R-134a, preferentemente en una cantidad de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 10 % en peso de R-134a.
11. El uso de la reivindicación 2, en donde la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-1123 y R-1234yf o en donde la composición refrigerante comprende del 3 al 30 % en peso de R-1132a, R-152a, R-134a y R-1234yf.
12. El uso de la reivindicación 2, en donde la composición refrigerante comprende R-1132a, R-32 y CO<sub>2</sub>, preferentemente de aproximadamente el 3 a aproximadamente el 20 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 32 % en peso de R-32 y de aproximadamente el 50 a aproximadamente el 95 % en peso de CO<sub>2</sub>, tal como de aproximadamente el 3 a aproximadamente el 15 % en peso de R-1132a, de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 32 % en peso de R-32 y de aproximadamente el 55 a aproximadamente el 93 % en peso de CO<sub>2</sub>, por ejemplo, de aproximadamente el 64 a aproximadamente el 93 % en peso de dióxido de carbono, de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 25 % en peso de difluorometano y de aproximadamente el 3 a aproximadamente el 14 % en peso de R-1132a, por ejemplo, de aproximadamente el 65 a aproximadamente el 93 % en peso de dióxido de carbono, de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 22 % en peso de difluorometano y de aproximadamente el 3 a aproximadamente el 14 % en peso de R-1132a.
13. El uso de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición refrigerante tiene un potencial de calentamiento global (PCG) inferior a 150.
14. El uso de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema de bomba de calor también está adaptado para producir aire acondicionado.

15. El uso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en donde la composición consiste prácticamente en los componentes indicados.
- 5 16. El uso de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición refrigerante es menos inflamable que R-1132a solo, preferentemente en donde la composición refrigerante tiene:
- a. un mayor límite de inflamabilidad'
  - b. una mayor energía de ignición; y/o
  - c. una menor velocidad de llama
- 10 en comparación con R-1132a solo, preferentemente en donde la composición refrigerante no es inflamable, tal como en donde la composición refrigerante no es inflamable a temperatura ambiente, o en donde la composición no es inflamable a 60 °C.
- 15 17. El uso de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema de bomba de calor comprende además un lubricante, preferentemente un lubricante de poliolester (POE) o polialquilenglicol (PAG).
- 20 18. El uso de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición refrigerante se evapora a temperaturas inferiores a -30 °C, preferentemente en donde la composición refrigerante también se condensa a temperaturas por encima de 40 °C y/o en donde la composición de refrigeración tiene un deslizamiento de temperatura en un evaporador o condensador de menos de aproximadamente 15 K, preferentemente menos de aproximadamente 10 K, tal como menos de aproximadamente 5 K.
- 25 19. El uso de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición refrigerante puede funcionar en modo de bomba de calor a una temperatura ambiente inferior a aproximadamente -15 °C, preferentemente por debajo de -20 °C.
- 30 20. Un vehículo eléctrico equipado con un sistema de bomba de calor y una composición refrigerante como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19.
- 35 21. Un método para producir refrigeración en un vehículo eléctrico, método que comprende evaporar una composición refrigerante como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19 en las proximidades de un cuerpo a enfriar.
22. Un método para producir calefacción en un vehículo eléctrico, método que comprende condensar una composición refrigerante como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19 en las proximidades de un cuerpo a calentar.

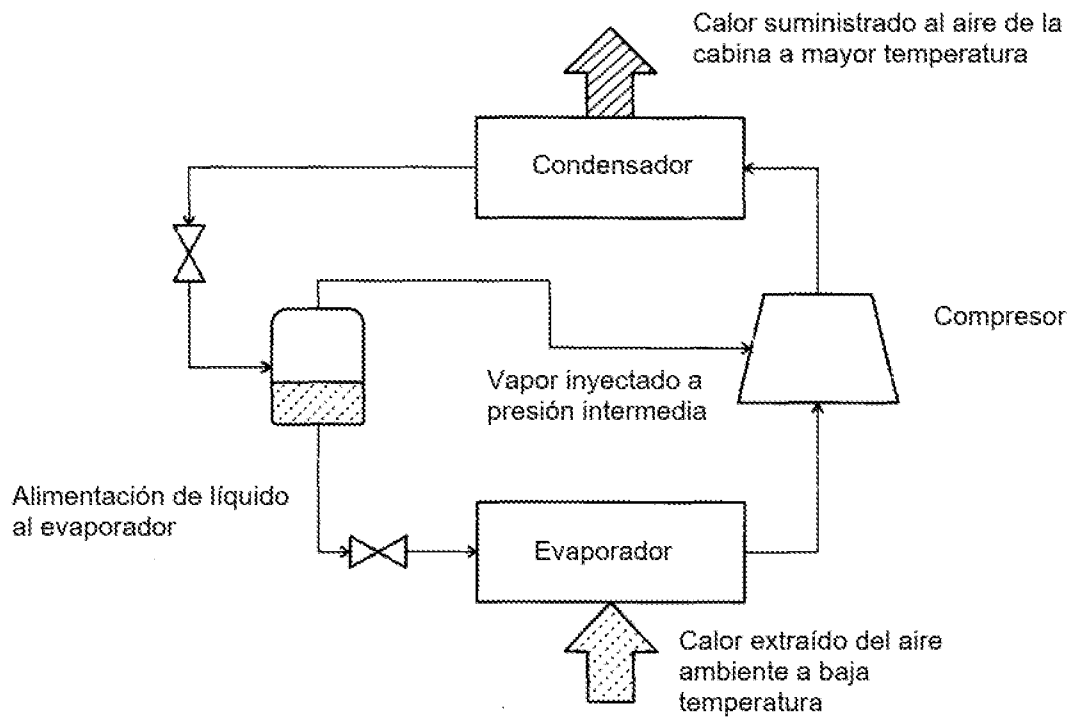


Figura 1

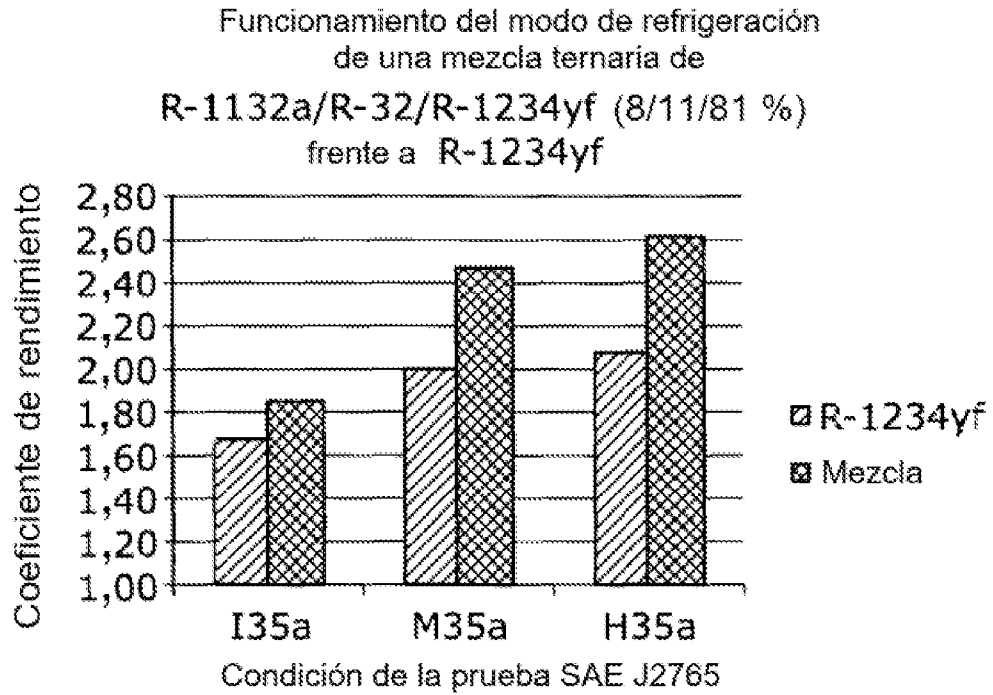


Figura 2

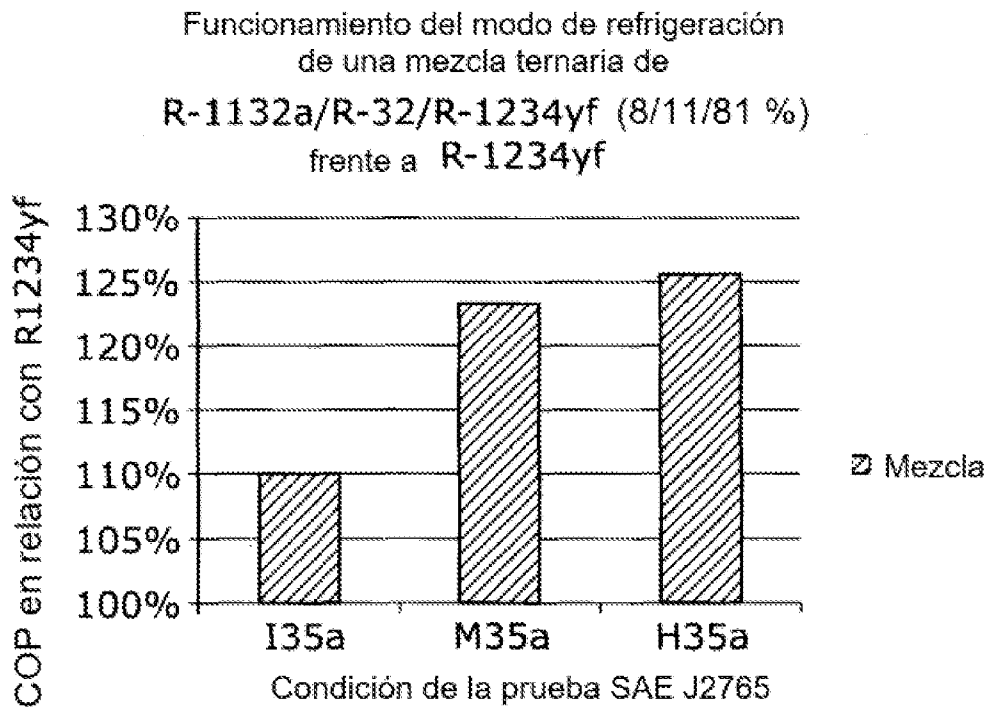


Figura 3