

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 820 736**

51 Int. Cl.:

C09K 5/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.10.2014 PCT/GB2014/053036**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.04.2015 WO15055984**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2014 E 14796840 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 3058044**

54 Título: **Refrigerante**

30 Prioridad:

15.10.2013 GB 201318244

04.04.2014 GB 201406171

22.04.2014 GB 201407099

11.06.2014 GB 201410411

26.09.2014 GB 201417072

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

22.04.2021

73 Titular/es:

RPL HOLDINGS LIMITED (100.0%)

8 Murieston Road Hale Altrincham

Cheshire WA15 9ST, GB

72 Inventor/es:

POOLE, JOHN EDWARD y

POWELL, RICHARD

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 820 736 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

Refrigerante

5 La presente divulgación se refiere a una mezcla de refrigerante de hidrofluorocarbono (HFC) para su uso en una bomba térmica.

La presente invención también se refiere a bombas térmicas que contienen los refrigerantes de fluido de múltiples componentes particularmente, pero no exclusivamente, para acondicionamiento de aire y otros sistemas de bombeo
10 térmico.

En la presente memoria descriptiva, la expresión "bomba térmica" se usa genéricamente para describir cualquier dispositivo de impulsión que mueve calor de una fuente a un disipador contra un gradiente térmico mediante la entrada de trabajo mecánico y que implica la condensación y evaporación cíclicas de un refrigerante volátil. Un acondicionador
15 de aire o un refrigerador es un tipo particular de bomba térmica en la que se requiere una temperatura inferior para la aplicación destinada, es decir, refrigerar un espacio cerrado. Por el contrario, una bomba de calor es un tipo particular de bomba térmica en la que se requiere una temperatura superior para la aplicación destinada, es decir, calentar un espacio cerrado. La distinción entre una unidad de acondicionamiento de aire o refrigerador y una bomba de calor reside meramente en el fin destinado, no en el principio operación. De hecho, numerosos sistemas denominados
20 "acondicionador de aire" se diseñan para suministrar calor o frío dependiendo de la necesidad del usuario en un momento específico. En la presente memoria descriptiva, la expresión "acondicionador de aire" se aplicará a sistemas que se destinan únicamente a refrigeración. Una bomba térmica que puede proporcionar calor o frío dependiendo del modo de operación seleccionado se denomina "bomba térmica reversible" en la presente memoria descriptiva. Una bomba térmica comprende generalmente un circuito cerrado que incluye un evaporador, un condensador y una bomba.
25

Todos los dispositivos de bomba térmica se pueden hacer funcionar mediante una fuente de energía externa que puede contribuir potencialmente al calentamiento global mediante la liberación de CO₂ a la atmósfera a través de la combustión de combustibles fósiles. Esto se denomina en ocasiones calentamiento global "indirecto" para distinguirlo del calentamiento global "directo" causado por la liberación de refrigerantes con potencial del calentamiento global
30 tales como hidrofluorocarbonos (HFC). La suma de las contribuciones directa e indirecta al calentamiento global que resulta de la operación de una bomba térmica se conoce como su "Impacto Total de Calentamiento Equivalente" o "TEWI". Para la mayoría de las bombas térmicas, la contribución indirecta excede considerablemente el efecto directo, por ejemplo, en un factor de al menos cinco. El calentamiento global total causado por una bomba térmica se puede reducir haciendo el dispositivo más eficaz energéticamente o reemplazando los HFC por refrigerantes que tengan
35 potenciales inferiores de calentamiento global. Preferentemente, se puede usar una combinación de ambos enfoques.

Se conoce bien que los clorofluorocarbonos R12 (CF₂Cl₂) y R502 y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) tales como R22 migran a la estratosfera en la que se descomponen mediante la luz ultravioleta para atacar la capa de ozono. Estas sustancias que agotan el ozono (ODS) están en proceso de reemplazarse por alternativas que no agotan el
40 ozono tales como HFC, HFO e hidrocarburos.

Los principales reemplazos que no agotan el ozono para R502 son composiciones de HFC con los refrigerantes con números R404A y R507 que, aunque son excelentes refrigerantes en términos de eficacia de energía, no inflamabilidad, baja toxicidad y propiedades termodinámicas, no obstante, tienen unos GWP que están en el extremo superior del intervalo de los HFC usados habitualmente. R404A y R504A tienen unos GWP de 3922 y 3985, respectivamente, de acuerdo con el Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático.
45

El documento WO 2011/077088 desvela composiciones de refrigerante que no agotan el ozono y no inflamables con GWP inferiores a 2.000 ITM que reemplazan R404A, R507, HCFC22 y CFC502 en los sistemas de refrigeración.
50

El documento US 6508950 desvela mezclas refrigerantes como sustituto de clorodifluorometano (CHClF₂, HCFC-22).

Un problema del uso de los HFC como refrigerantes ha sido su mala compatibilidad con los lubricantes usados para asegurar el funcionamiento sin complicaciones de la bomba que se usa para impulsar los HFC al sistema. Numerosos sistemas existentes se han diseñado para su uso con CFC y HCFC tales como R12 o R22 o mezclas antiguas de CFC/HCFC tales como R502. Estos refrigerantes son compatibles con lubricantes de aceite mineral o alquilbenceno. Sin embargo, las mezclas de HFC usadas para reemplazar a los CFC son menos miscibles con lubricantes de aceite mineral u otro hidrocarburo de modo que es necesario el uso de un componente de hidrocarburo. Los hidrocarburos
60 son problemáticos debido a su inflamabilidad inherente y su propensión a formar mezclas inflamables. Los requisitos para la aprobación en la categoría 1 de la ASHRAE incluyen el requisito de no inflamabilidad en los peores casos de condiciones de fraccionamiento de formulación. Los hidrocarburos de punto de ebullición inferior tales como propano o isobutano se vaporizan durante las etapas iniciales de una fuga mientras que los hidrocarburos de punto de bullicio superior tales como pentano tienden a permanecer en el recipiente para formar un residuo inflamable. Se pueden formar mezclas azeotrópicas y los hidrocarburos y los HFA con puntos de ebullición similares tienden a destilar conjuntamente. Además, los requisitos impuestos a un componente de hidrocarburo varían debido a la temperatura
65

de trabajo de la mezcla refrigerante requerida para diferentes usos. Los congeladores de los supermercados pueden operar a -35 °C, los congeladores domésticos de -18 °C al -25 °C, y las neveras domésticas de -3 °C a 6 °C y los sistemas de acondicionamiento de aire de 0 °C a 20 °C. Por lo tanto, se ha prestado mucha atención para maximizar la cantidad de hidrocarburo sin crear un riesgo de inflamabilidad.

5 Un problema particular surge con el reemplazo de una mezcla de refrigerante en un equipo existente, a diferencia de un refrigerante usado en un equipo nuevo, dado que es poco práctico reemplazar completamente el lubricante. Por lo tanto, el nuevo refrigerante añadido debe ser compatible con el lubricante existente, particularmente aceite mineral o alquilbenceno. Sin embargo, el refrigerante debería ser capaz de usarse con un
10 equipo que contenga poliésteres u otros lubricantes empleados habitualmente.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una composición de refrigerante que consiste en un componente de hidrofluorocarbano que consiste en

15	R227ea	3-6 %
	R134a	42,5-65 %
	R125	15-31 %
	R32	10-35 %

20 junto con un componente de hidrocarburo opcional;
en la que las cantidades son en peso y se seleccionan para totalizar un 100 %.

Los refrigerantes de la presente invención se pueden usar como reemplazo para R22 en un equipo existente. Las composiciones preferentes tienen propiedades particularmente ventajosas. La presión no es significativamente mayor que la presión de R22 y es ventajosamente inferior que la presión de R407C que se usa habitualmente como
25 reemplazo de R22. Los refrigerantes no son inflamables y tienen un potencial de calentamiento global menor de 2200.

Las temperaturas de descarga de compresor son inferiores que para R22. Sin embargo, las temperaturas de descarga son ventajosas debido a que se reduce la descomposición del aceite lubricante, lo que da como resultado una menor
30 formación de productos de descomposición en el puerto de salida de descarga durante un uso prolongado.

Los refrigerantes se pueden usar para aplicaciones de acondicionamiento de aire, refrigeración y bomba de calor general. El deslizamiento puede ser relativamente alto, por ejemplo, dentro del intervalo de 3,9 a 4,7 °C. El deslizamiento relativamente alto proporciona mayores eficacias y capacidades de energía. Los caudales por kilovatio son comparables a R22. Esto permite que los refrigerantes se usen como readaptación para equipos de R22
35 existentes. Los refrigerantes de la presente invención tienen la ventaja adicional de que se pueden formular usando ingredientes fácilmente disponibles en el mercado. El coeficiente de rendimiento es comparable a R22. De forma importante, el GWP es bajo mientras que mantiene no inflamabilidad particularmente al final de una fuga cuando se han perdido los compuestos más volátiles de la mezcla. Es importante que los componentes inflamables se pierdan
40 gradualmente de una mezcla durante una fuga de modo que ni el vapor de escape ni el líquido residual sean inflamables.

45 Cuando se usa un componente de hidrocarburo, este es compatible con lubricantes de hidrocarburo, por ejemplo, lubricantes de aceite mineral, alquilbencenos o poliolefina, y también con lubricantes que contienen oxígeno, particularmente poliolésteres y poliéteres.

Una cantidad preferente de R32 es de un 10 % a un 20 %.

50 Una composición preferente alternativa que no entra dentro del alcance de la invención reivindicada tiene un componente de hidrofluorocarbano que consiste en:

55	R227ea	3-9 %
	R134a	25-70 %
	R125	12-35 %
	R32	10-35 %

En la presente memoria descriptiva, cuando se definen las mezclas mediante los porcentajes de los componentes de HFC, las mezclas también pueden incluir un componente de hidrocarburo opcional donde las cantidades son en peso y las cantidades de HFC y HC juntas se seleccionan para totalizar un 100 %.

60 Otra composición preferente tiene un componente de hidrofluorocarbano que consiste en:

65	R227ea	3-6 %
	R134a	42,5-65 %
	R125	15-30 %
	R32	10-20 %

Una composición de refrigerante alternativa que no entra dentro del alcance de la invención reivindicada consiste básicamente en

5	R227ea	3-9 %
	R134a	25-70 %
	R125	3-35 %
	R32	10-35 %

junto con un componente de hidrocarburo opcional;

10 en la que las cantidades son en peso y se seleccionan para totalizar un 100 %.

Algunos ejemplos específicos de composiciones preferentes que no entran dentro del alcance de la invención reivindicada son los que siguen a continuación:

	Cantidad en porcentaje				
R227ea	5	3	5	5	2
R134a	70	67	59	60	69
R125		5	10	10	3
R32	25	25	26	25	26

15 El componente hidrocarburo puede consistir en: de un 0,6 % a un 5 %, preferentemente de un 1 a un 5 % en peso de un hidrocarburo seleccionado entre el grupo que consiste en: propano, 2-metilpropano, butano, pentano, 2-metilbutano y las mezclas de los mismos.

Se seleccionan hidrocarburos preferidos entre: 2-metilpropano y 2- metilbutano y mezclas de los mismos.

20 Son especialmente preferentes las mezclas de butano y 2-metilbutano. Se emplea una cantidad de un 0,6 % de butano y un 0,6 % de 2-metilbutano de modo que la cantidad total de hidrocarburo sea un 1,2 %, para conseguir un retorno de aceite satisfactorio.

25 Preferentemente, el componente hidrocarburo puede consistir de un 1 % a un 6 % de hidrocarburos seleccionados entre el grupo que consiste en: propeno, propano, 2-metilpropano, n-butano, but-1-eno, but-2-eno, 2-metilpropeno, n-pentano, y 2-metilbutano, o las mezclas de los mismos, para ayudar al retorno de aceite. Las mezclas que contienen dos o más hidrocarburos son preferentes si los compresores se lubrican con aceites de hidrocarburo.

30 Un componente de hidrocarburo particularmente preferente consiste en una mezcla de butano y 2-metilbutano en la que cada uno está presente en una cantidad mayor o igual a un 0,6 % en peso.

Ciertas composiciones preferentes contienen un 0,6-1,9 %, preferentemente un 0,6 % de n-butano y un 0,3-0,6 %, preferentemente un 0,6 % de 2-metilbutano.

35 Una composición particularmente preferente consiste en:

		%
40	R227ea	4-6
	R134a	50-55
	R125	17-22
	R32	17-22
	n-butano	0,6-2
	2-metilbutano	0,6-2

45 Una composición especialmente preferente consiste en:

		%
50	R227ea	5
	R134a	53,8
	R125	20
	R32	20
	n-butano	0,6
	2-metilbutano	0,6

Otra composición preferente consiste en:

55		%
	R227ea	5
	R134a	54,4

ES 2 820 736 T3

(continuación)

R125	20
R32	20
2-metilbutano	0,6

5 Composiciones específicas preferentes consisten en las siguientes mezclas:
1)

10	R134a	31 %
	R32	31 %
	R125	31 %
	R227ea	5 %
	componente de hidrocarburo	2 %

15 La composición 1) no entra dentro del alcance de la invención reivindicada.
2)

20	R134a	34,5 %
	R32	30 %
	R125	30 %
	R227ea	4 %
	componente de hidrocarburo	1,5 %

25 La composición 2) no entra dentro del alcance de la invención reivindicada.
3)

30	R134a	25 %
	R32	32 %
	R125	32,5 %
	R227ea	9 %
	componente de hidrocarburo	1,5 %

35 La composición 3) no entra dentro del alcance de la invención reivindicada.
4)

40	R134a	30,5 %
	R32	31 %
	R125	31 %
	R227ea	5 %
	componente de hidrocarburo	2,5 %

45 La composición 4) no entra dentro del alcance de la invención reivindicada.
5)

50	R134a	37 %
	R32	28 %
	R125	30,5 %
	R227ea	3 %
	componente de hidrocarburo	1,5 %

55 La composición 5) no entra dentro del alcance de la invención reivindicada.
6)

55	R134a	58,5 %
	R32	16 %
	R125	19 %
	R227ea	5 %
	n-butano	1,5 %

60 7)

65	R134a	60 %
	R32	16 %
	R125	19 %
	R227ea	5 %

ES 2 820 736 T3

8)		
5	R134a	53,5 %
	R32	20 %
	R125	20 %
	R227ea	5 %
	n-butano	1,5 %
9)		
10	R134a	55 %
	R32	20 %
	R125	20 %
	R227ea	5 %
15		
10)		
20	R134a	53,5 %
	R32	20 %
	R125	20 %
	R227ea	5 %
	n-butano	1,5 %
25		
11)		
25	R134a	63,5 %
	R32	15 %
	R125	15 %
	R227ea	5 %
30	n-butano	1,5 %
35		
12)		
35	R134a	58,5 %
	R32	15 %
	R125	20 %
	R227ea	5 %
	n-butano	1,5 %
40		
13)		
45	R134a	65 %
	R32	15 %
	R125	15 %
	R227ea	5 %
50		
14)		
50	R134a	55 %
	R32	20 %
	R125	20 %
	R227ea	5 %
55		
15)		
55	R134a	53,5 %
	R32	25 %
	R125	15 %
	R227ea	0,5 %
60	n-butano	0,9 %
	2-metilbutano	0,6 %

La composición 15) no entra dentro del alcance de la invención reivindicada.

16)

65

ES 2 820 736 T3

5 La composición 16) no entra dentro del alcance de la invención reivindicada.
17)

R134a	70 %
R32	25 %
R125	15 %
R227ea	0,5 %

10 La composición 17) no entra dentro del alcance de la invención reivindicada.
15 18)

R134a	67 %
R32	25 %
R125	0,5 %
R227ea	0,3 %

20 La composición 18) no entra dentro del alcance de la invención reivindicada.
25 19)

R134a	59 %
R32	26 %
R125	10 %
R227ea	0,5 %

30 La composición 19) no entra dentro del alcance de la invención reivindicada.
35 20)

R134a	60 %
R32	25 %
R125	10 %
R227ea	0,5 %

40 La composición 20) no entra dentro del alcance de la invención reivindicada.
45

R134a	69 %
R32	26 %
R125	3 %
R227ea	0,2 %

40 En realizaciones preferentes, las composiciones de refrigerante de la presente invención pueden consistir en los ingredientes indicados en el sentido de que no está presente ningún compuesto adicional en cantidades funcionales, excluyendo posibles trazas de impurezas.

45 Preferentemente, la inflamabilidad de las mezclas de la presente invención tiene una calificación A2 de acuerdo con la clasificación 34 del Comité de la ASHRAE, es decir baja toxicidad y ligeramente inflamables. Más preferentemente, las mezclas tienen una calificación A1, es decir baja toxicidad y no inflamables.

50 En la presente memoria descriptiva, se expresa la eficacia energética de una bomba térmica como su "Coeficiente de Rendimiento" (COP), que se define como la proporción de la refrigeración producida dividida por la entrada de energía al motor eléctrico que impulsa el compresor.

Los porcentajes y otras cantidades a los que se hace referencia en la memoria descriptiva son en peso a menos que se indique otra cosa y se seleccionan entre cualquier intervalo mencionado para totalizar un 100 %.

55 La invención se describe adicionalmente por medio de ejemplos, pero no en ningún sentido limitante.

Se prepararon mezclas que contienen los siguientes ingredientes.

Tabla 2

Mezcla	24	25	26	27	28	29	30	36
R134a	55	53,5	52	55	57	54	54	53,8
R32	20	20	20	20	18	20	20	20

60

ES 2 820 736 T3

(continuación)

Mezcla	24	25	26	27	28	29	30	36
R125	20	20	21	20	19	21	20	20
R227ea	5	5	6	4	6	3,6	5	5
n-butano		1,5				0,6		0,6
R600a			1	1		0,8	1	-
2-metilbutano								0,6
R290								-
	100	100	100	100	100	100	100	100

GWP

Tabla 3

Mezcla	31	32	25	24	33		34		35
R134a	58,5	60	53,5	55	42,5	47,5	47,5	52,5	37,5 42,5
R32	16	16	20	20	15	15	10	10	20 20
R125	19	19	20	20	35	35	35	35	35 35
R227ea	5	5	5	5	5	0	5	0	5 0
n-butano	1,5	1,5	1,5		1,9	1,9	1,9	1,9	1,9 1,9
2-metilbutano					0,6	0,6	0,6	0,6	0,6 0,6
GWP	1771	1792	1761	1783	2095		2133		2057

Ejemplo 1

5

La Tabla 4 proporciona datos de ciclo comparativos para refrigerantes disponibles en el mercado que se usan en un sistema habitual de acondicionamiento de aire. Tal sistema comprende un compresor o bomba de gas, que succiona vapor de refrigerante a baja presión y baja temperatura y lo comprime a un gas de presión superior y temperatura superior; un condensador que enfría el gas caliente desechando el calor al aire externo permitiendo de este modo que el refrigerante se condense en un líquido; un dispositivo de expansión, que disminuye la presión del refrigerante líquido; un evaporador en el que el gas a baja temperatura se evapora por absorción de calor de la sala; y la baja presión y baja temperatura resultantes vuelven a continuación al compresor para completar el ciclo. Los componentes se conectan mediante tubería de presión apropiada y se controlan mediante una circuitería que incluye un sensor de temperatura que permite que el sistema de acondicionamiento de aire mantenga la sala al nivel deseado.

10

15

Las condiciones de operación para el sistema de acondicionamiento de aire son las siguientes.

Capacidad de refrigeración del sistema (kW) = 1,00

Eficacia isentrópica del compresor = 0,800

Eficacia volumétrica del compresor = 0,900

20

Eficacia del motor eléctrico = 0,900

Evaporador: temp. sat. promedio (C) = 7,0 Succión de gas supercalentado (K) = 5,0

Condensador: temp. sat. promedio (C) = 45,0 Líquido subenfriado (K) = 5,0

25

También se incluyen los potenciales de calentamiento global (GWP) derivados de los valores AR4 de sus refrigerantes componentes.

Tabla 4

Propiedad de rendimiento	Unidades	R22	R434A	R424A	R407C	R427A	R438A
Presión de descarga	bar	17,29	19,45	16,14	18,63	17,96	17,84
Temp. de descarga	°C	78,8	59,7	61,2	72,3	69,2	65,1
Capacidad	kJ/m ³	3637	3570	3100	3727	3557	3456
% de R22			98	85	102	98	95

ES 2 820 736 T3

(continuación)

Propiedad de rendimiento	Unidades	R22	R434A	R424A	R407C	R427A	R438A
COP		4,35	4,02	4,19	4,25	4,24	4,20
Relación de compresión		2,78	2,79	2,94	2,95	2,94	2,93
Deslizamiento (evaporador)	K	0,0	1,4	3,0	4,6	4,2	3,7
Caudal	kg/s x 10 ³	6,18	9,10	8,12	6,15	6,57	7,41
GWP		1810	3245	2440	1774	2138	2264

Ejemplo 2

- 5 La Tabla 5 proporciona datos de ciclo comparativos para refrigerantes disponibles en el mercado que se usan en un sistema de refrigeración habitual. Tal sistema comprende un compresor o bomba de gas, que succiona vapor de refrigerante a baja presión y baja temperatura y lo comprime a un gas de presión superior y temperatura superior; un condensador que enfría el gas caliente desechando el calor al aire externo permitiendo de este modo que el refrigerante se condense en un líquido; un dispositivo de expansión, que disminuye la presión del refrigerante líquido; un evaporador en el que el gas a baja temperatura se evapora por absorción de calor de un espacio refrigerado; y la
- 10 baja presión y baja temperatura resultantes vuelven a continuación al compresor para completar el ciclo. Los componentes se conectan mediante tubería de presión apropiada y se controlan mediante una circuitería que incluye un sensor de temperatura que permite que el sistema de acondicionamiento de aire mantenga el refrigerador al nivel deseado.
- 15 Las condiciones de operación para el sistema de refrigeración son las siguientes.
 Capacidad de refrigeración del sistema (kW) = 1,00
 Eficacia isentrópica del compresor = 0,800
 Eficacia volumétrica del compresor = 0,900
 Eficacia del motor eléctrico = 0,900
- 20 Evaporador: temp. sat. promedio (°C) = -35,0 Supercalentado (K) = 5,0 Condensador: temp. sat. promedio (°C) = 35,0 Subenfriado (K) = 5,0
 También se incluyen los potenciales de calentamiento global (GWP) derivados de los valores TAR de sus refrigerantes componentes.

25 Tabla 5

Propiedad de rendimiento		R22	R502	RS-45	Isceon™ 29 R422D	Isceon™ 79 R422A	RS-52 R428A
Presión de descarga	bara	13,55	14,76	15,31	14,14	16,22	17,24
Temperatura de descarga	°C	116,9	74,7	65,9	66,9	61,7	68,2
Capacidad	kJ/m ³	777	791	713	640	733	802
% de R22			102	92	82	94	103
% de R502			100	90	81	93	101
COP		1,73	1,64	1,55	1,56	1,5	1,5
Relación de compresión		10,26	9,3	10,34	11,12	10,13	9,57
Deslizamiento (evaporador)	K	0,0	0,1	1,5	2,9	1,5	0,2
Caudal	kg/s x 10 ³	6,37	10,01	9,89	9,73	11,21	11,02
GWP		1810	4657	3245	2729	3143	3607

Tabla 5 (continuación)

Propiedad de rendimiento	HP62 R404A	AZ-50 R507	Isceon™ 99 R438A	Klea™66 R407C	FX100 R427A	R407A
Presión de descarga	16,12	16,55	13,87	14,46	13,96	15,33
Temperatura de descarga	68,2	66,7	78,8	96,3	88,9	90,7
Capacidad	785	804	653	713	677	750
% de R22	101	103	84	92	87	97
% de R502	99	102	83	90	86	95
COP	1,56	1,55	1,63	1,67	1,66	1,65
Relación de compresión	9,75	9,58	11,70	11,87	11,80	11,52
Deslizamiento (evaporador)	0,5	0,0	3,6	4,4	4,10	4,2
Caudal	9,33	9,67	7,93	6,43	6,92	7,02
GWP	3992	3985	2264	1774	2138	2107

Ejemplo 3

- 5 Se modeló un sistema de refrigeración habitual usando las mezclas de refrigerante preparadas de acuerdo con la presente memoria descriptiva en las mismas condiciones de operación que para los refrigerantes del Ejemplo 3. Los datos de rendimiento obtenidos se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6

Propiedad de rendimiento	Mezcla 1	Mezcla 13	Mezcla 9
Presión de descarga	16,15	12,79	14,92
Temp. de descarga	100,4	102,6	96,2
Capacidad	816	632	744
% de R22	105	81	96
% de R502	103	80	94
COP	1,66	1,71	1,67
Relación de compresión	11,30	12,45	11,59
Deslizamiento (evaporador)	4,6	4,4	4,5
Caudal	6,27	5,76	6,3
GWP	1888	1284	1770

10

Ejemplo 4

La Tabla 7 proporciona datos de ciclo comparativos para dos refrigerantes disponibles en el mercado, R407C y R22, que se usan en un sistema de acondicionamiento de aire habitual, más los datos de ciclo para las mezclas 24 a 30 formuladas de acuerdo con la presente memoria descriptiva. Tal sistema comprende un compresor o bomba de gas, que succiona vapor de refrigerante a baja presión y baja temperatura y lo comprime a un gas de presión superior y temperatura superior; un condensador que enfría el gas caliente desechando el calor al aire externo permitiendo de este modo que el refrigerante se condense en un líquido; un dispositivo de expansión, que disminuye la presión del refrigerante líquido; un evaporador en el que el gas a baja temperatura se evapora por absorción de calor de una sala; y la baja presión y baja temperatura resultantes vuelven a continuación al compresor para completar el ciclo. Los componentes se conectan mediante tubería de presión apropiada y se controlan mediante una circuitería que incluye un sensor de temperatura que permite que el sistema de acondicionamiento de aire mantenga la sala al nivel deseado.

- 25 Las condiciones de operación para el sistema de acondicionamiento de aire son las siguientes.
 Capacidad de refrigeración del sistema (kW) = 1,00
 Eficacia isentrópica del compresor = 0,800
 Eficacia volumétrica del compresor = 0,900
 Eficacia del motor eléctrico = 0,900

ES 2 820 736 T3

Evaporador: temp. sat. promedio (C) = 7,0 Succión de gas supercalentado (K) = 5,0
 Condensador: temp. sat. promedio (C) = 45,0 Líquido subenfriado (K) = 5,0

5 También se incluyen los potenciales de calentamiento global (GWP) derivados de los valores AR4 de sus refrigerantes componentes.

Tabla 7

Propiedad de rendimiento		24	25	26	27	28	29	30	R22	R407C
Presión de descarga	bara	17,53	17,66	17,81	17,62	17,02	17,8	17,71	17,29	18,63
Temperatura de descarga	°C	70,9	70,5	70,5	70,8	70,2	71,1	70,7	78,8	72,3
Capacidad	kJ/m ³	3516	3532	3554	3529	3416	3565	3539	3637	3727
COP		4,28	4,27	4,25	4,27	4,28	4,27	4,26	4,35	4,25
Relación de compresión		2,98	2,97	2,96	2,97	2,99	2,96	2,97	2,78	2,95
Deslizamiento (evaporador)	K	4,7	4,7	4,8	4,7	4,6	4,6	4,8	0	4,6
Caudal	kg/s x 10 ³	6,28	6,27	6,35	6,25	6,36	6,17	6,29	6,18	6,17
GWP										

Ejemplo 5

10 La Tabla 8 proporciona datos de ciclo comparativos para refrigerantes disponibles en el mercado que se usan en un sistema de refrigeración habitual, más las mezclas 24 a 30 formuladas de acuerdo con la presente memoria descriptiva. Tal sistema comprende un compresor o bomba de gas, que succiona vapor de refrigerante a baja presión y baja temperatura y lo comprime a un gas de presión superior y temperatura superior; un condensador que enfría el gas caliente desechando el calor al aire externo permitiendo de este modo que el refrigerante se condense en un líquido; un dispositivo de expansión, que disminuye la presión del refrigerante líquido; un evaporador en el que el gas a baja temperatura se evapora por absorción de calor de un espacio refrigerado; y la baja presión y baja temperatura resultantes vuelven a continuación al compresor para completar el ciclo. Los componentes se conectan mediante tubería de presión apropiada y se controlan mediante una circuitería que incluye un sensor de temperatura que permite
 15
 20 que el sistema de acondicionamiento de aire mantenga el refrigerador al nivel deseado.

Las condiciones de operación para el sistema de refrigeración son las siguientes.

Capacidad de refrigeración del sistema (kW) = 1,00

Eficacia isentrópica del compresor = 0,800

25 Eficacia volumétrica del compresor = 0,900

Eficacia del motor eléctrico = 0,900

Evaporador: temp. sat. promedio (°C) = -35,0 Supercalentado (K) = 5,0

Condensador: temp. sat. promedio (°C) = 35,0 Subenfriado (K) = 5,0

30 También se incluyen los potenciales de calentamiento global (GWP) derivados de los valores AR4 de sus refrigerantes componentes.

Tabla 8

Propiedad de rendimiento		24	25	26	27	28	29	30	R22	R404A	R407C
Presión de descarga	bara	13,6	13,71	13,83	13,74	13,19	13,81	13,74	13,55	16,12	14,46
Temperatura de descarga	°C	93	91,1	91,8	92,7	91,1	93,6	92,3	116,9	68,2	96,3
Capacidad	kJ/ m ³	660	667	671	668	636	674	668	778	785	713
COP		1,68	1,68	1,67	1,67	1,68	1,68	1,67	1,73	1,56	1,67
Relación de compresión		12,1	12,0	12,0	12,0	12,3	12,0	12,0	10,3	9,8	11,9
Deslizamiento (evaporador)	K	4,3	4,3	4,5	4,4	4,2	4,3	4,5	0	0,5	4,4
Caudal	kg/s x 10 ³	6,61	6,6	6,68	6,59	6,72	6,45	6,62	6,37	9,33	6,42
GWP											

35 Ejemplo 6

La Tabla 9 proporciona datos de ciclo comparativos para dos refrigerantes disponibles en el mercado, R407C y R22, que se usan en un sistema de acondicionamiento de aire habitual, más los datos de ciclo para las mezclas 31 a 35 formuladas de acuerdo con la presente memoria descriptiva. Tal sistema comprende un compresor o bomba de gas, que succiona vapor de refrigerante a baja presión y baja temperatura y lo comprime a un gas de presión superior y temperatura superior; un condensador que enfría el gas caliente desechando el calor al aire externo permitiendo de este modo que el refrigerante se condense en un líquido; un dispositivo de expansión, que disminuye la presión del refrigerante líquido; un evaporador en el que el gas a baja temperatura se evapora por absorción de calor de una sala; y la baja presión y baja temperatura resultantes vuelven a continuación al compresor para completar el ciclo. Los componentes se conectan mediante tubería de presión apropiada y se controlan mediante una circuitería que incluye un sensor de temperatura que permite que el sistema de acondicionamiento de aire mantenga la sala al nivel deseado.

Las condiciones de operación para el sistema de acondicionamiento de aire son las siguientes.

Capacidad de refrigeración del sistema (kW) = 1,00

Eficacia isentrópica del compresor = 0,800

Eficacia volumétrica del compresor = 0,900

Eficacia del motor eléctrico = 0,900

Evaporador: temp. sat. promedio (C) = 7,0 Succión de gas supercalentado (K) = 5,0

Condensador: temp. sat. promedio (C) = 45,0 Líquido subenfriado (K) = 5,0

También se incluyen los potenciales de calentamiento global (GWP) derivados de los valores AR4 de sus refrigerantes componentes.

Tabla 9

Propiedad de rendimiento		31	32	33	34	35	R22	R407C
Presión de descarga	bara	16,73	16,61	18,07	16,96	19,16	17,29	18,63
Temperatura de descarga	°C	69,1	69,5	68,2	66,3	69,8	78,8	72,3
Capacidad	kJ/m ³	3351	3334	3561	3339	3637	3727	3727
COP		4,28	4,29	4,23	4,24	4,35	4,35	4,25
Relación de compresión		2,99	3	2,94	2,96	2,92	2,78	2,95
Deslizamiento (evaporador)	K	4,4	4,5	4,3	4	4,4	0	4,6
Caudal	kg/s x 10 ³	6,4	6,41	6,42	6,96	6,18	6,18	6,17
GWP		1771	1792	2095	2133	2057		1774

Ejemplo 7

La Tabla 10 proporciona datos de ciclo comparativos para refrigerantes disponibles en el mercado que se usan en un sistema de refrigeración habitual, más las mezclas 24 a 30 formuladas de acuerdo con la presente memoria descriptiva. Tal sistema comprende un compresor o bomba de gas, que succiona vapor de refrigerante a baja presión y baja temperatura y lo comprime a un gas de presión superior y temperatura superior; un condensador que enfría el gas caliente desechando el calor al aire externo permitiendo de este modo que el refrigerante se condense en un líquido; un dispositivo de expansión, que disminuye la presión del refrigerante líquido; un evaporador en el que el gas a baja temperatura se evapora por absorción de calor de un espacio refrigerado; y la baja presión y baja temperatura resultantes vuelven a continuación al compresor para completar el ciclo. Los componentes se conectan mediante tubería de presión apropiada y se controlan mediante una circuitería que incluye un sensor de temperatura que permite que el sistema de acondicionamiento de aire mantenga el refrigerador al nivel deseado.

Las condiciones de operación para el sistema de refrigeración son las siguientes.

Capacidad de refrigeración del sistema (kW) = 1,00

Eficacia isentrópica del compresor = 0,800

Eficacia volumétrica del compresor = 0,900

Eficacia del motor eléctrico = 0,900

Evaporador: temp. sat. promedio (°C) = -35,0 Supercalentado (K) = 5,0

Condensador: temp. sat. promedio (°C) = 35,0 Subenfriado (K) = 5,0

También se incluyen los potenciales de calentamiento global (GWP) derivados de los valores AR4 de sus refrigerantes componentes.

ES 2 820 736 T3

Tabla 10

Propiedad de rendimiento		31	32	33	34	35	R22	R404A	R407C
Presión de descarga	bara	12,97	12,86	14,04	13,16	14,91	13,55	16,12	14,46
Temp. de descarga	°C	88,7	89,7	86	81,8	89,9	116,9	68,2	96,3
Capacidad	kJ/m ³	623	616	677	623	731	778	785	713
COP		1,68	1,68	1,66	1,66	1,66	1,73	1,56	1,67
Relación de compresión		12,2	12,4	11,8	12,1	11,53	10,3	9,8	11,9
Deslizamiento (evaporador)	K	4	3,9	4	3,7	4,2	0	0,5	4,4
Caudal	kg/s x 10 ³	6,79	6,79	7,12	7,43	6,85	6,37	9,33	6,42
GWP		1771	1792	2095	2133	2057			

Ejemplo 8

5 La mezcla de refrigerante 36, que tiene una composición en masa de un 20 % de R32, un 20 % de R125, un 53,8 % de R134a, un 5 % de R227ea, un 0,6 % de n-butano y un 0,6 % de isopentano se usa en un sistema de acondicionamiento de aire que comprende un compresor o bomba de gas, que succiona vapor de refrigerante a baja presión y baja temperatura y lo comprime a un gas de presión superior y temperatura superior; un condensador que enfría el gas caliente desechando el calor al aire externo permitiendo de este modo que el refrigerante se condense en un líquido; un dispositivo de expansión, que disminuye la presión del refrigerante líquido; un evaporador en el que el gas a baja temperatura se evapora por absorción de calor de una sala; y la baja presión y baja temperatura resultantes vuelven a continuación al compresor para completar el ciclo. Los componentes se conectan mediante tubería de presión apropiada y se controlan mediante una circuitería que incluye un sensor de temperatura que permite que el sistema de acondicionamiento de aire mantenga la sala al nivel deseado.

15 Las condiciones de operación para el sistema de acondicionamiento de aire son las siguientes.

Capacidad de refrigeración del sistema (kW) = 1,00

Eficacia isentrópica del compresor = 0,800

Eficacia volumétrica del compresor = 0,900

Eficacia del motor eléctrico = 0,900

20 Evaporador: temp. sat. promedio (C) = 7,0 Succión de gas supercalentado (K) = 5,0

Condensador: temp. sat. promedio (C) = 45,0 Líquido subenfriado (K) = 5,0

También se incluyen los potenciales de calentamiento global (GWP) derivados de los valores AR4 de sus refrigerantes componentes. Los datos de rendimiento obtenidos se muestran en la Tabla X.

25

Tabla X

Propiedad de rendimiento	Unidades	Mezcla 36
Presión de descarga	bar	17,50
Temp. de descarga	°C	70,7
Capacidad	kJ/m ³	3505
% de R22		96
COP		4,27
Relación de compresión		2,97
Deslizamiento (evaporador)	K	4,8
Caudal	kg/s x 10 ³	6,26
GWP		

REIVINDICACIONES

1. Una composición de refrigerante que consiste en

5	R227ea	3-6 %
	R134a	42,5-65 %
	R125	15-31 %
	R32	10-35 %

10 junto con un componente de hidrocarburo opcional;
en la que las cantidades son en peso y se seleccionan para totalizar el 100 %.

2. Una composición de refrigerante de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la cantidad de R134a está en un intervalo de un 53,5 % a un 63,5 %.

15 3. Una composición de refrigerante de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el componente de hidrofluorocarbono consiste en:

		%
20	R227ea	3-6
	R134a	42,5-65
	R125	15-30
	R32	10-20.

4. Una composición de refrigerante de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste en:

25		%
	R227ea	4-6
	R134a	50-55
	R125	17-22
30	R32	17-22
	n-butano	0,6-2
	2-metilpropano	0,6-2.

5. Una composición de refrigerante de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste en:

35		%
	R227ea	5
	R134a	53,8
	R125	20
40	R32	20
	n-butano	0,6
	2-metilbutano	0,6.

45 6. Una composición de refrigerante de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste en una de las siguientes composiciones

1)

50		%
	R134a	58,5 %
	R32	16 %
	R125	19 %
	R227ea	5 %
	n-butano	1,5 %

55 2)

	R134a	60 %
	R32	16 %
	R125	19 %
60	R227ea	5 %

3)

65	R134a	53,5 %
	R32	20 %
	R125	20 %
	R227ea	5 %
	n-butano	1,5 %

ES 2 820 736 T3

4)			
		R134a	55 %
		R32	20 %
5		R125	20 %
		R227ea	5 %
	5)		
		R134a	53,5 %
10		R32	20 %
		R125	20 %
		R227ea	5 %
		n-butano	1,5 %
15	6)		
		R134a	63,5 %
		R32	15 %
		R125	15 %
20		R227ea	5 %
		n-butano	1,5 %
	7)		
		R134a	65 %
25		R32	15 %
		R125	15 %
		R227ea	5 %
	8)		
30		R134a	55 %
		R32	20 %
		R125	20 %
		R227ea	5 %
35	9)		
		R134a	54,4 %
		R32	20 %
		R125	20 %
40		R227ea	5 %
		2-metilpropano	0,6 %.

7. Una composición de refrigerante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el componente de hidrocarburo se selecciona entre el grupo que consiste en propeno, propano, 2-metilpropano, n-butano, but-1-eno, but-2-eno, 2-metilpropeno, n-pentano, 2-metilbutano y las mezclas de los mismos.

45 8. Una composición de refrigerante de acuerdo con la reivindicación 7, en la que el componente de hidrocarburo consiste en una mezcla de butano y 2-metilpropano cada uno en una cantidad mayor o igual a un 0,6 %.