

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 775**

51 Int. Cl.:

C09K 5/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2007 E 07712823 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.09.2014 EP 2013309**

54 Título: **Composición de refrigerante**

30 Prioridad:

03.03.2006 GB 0604305
03.10.2006 GB 0619467

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.12.2014

73 Titular/es:

RPL HOLDINGS LIMITED (100.0%)
8 Murieston Road Hale Altrincham
Cheshire CW6 9NW , GB

72 Inventor/es:

POOLE, JOHN EDWARD y
POWELL, RICHARD

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 524 775 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

Composición de refrigerante

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un refrigerante en particular, pero no de forma exclusiva, para sistemas de refrigeración. Especialmente, el sistema se refiere a composiciones refrigerantes que no tienen efecto adverso alguno sobre la capa de ozono atmosférica y a composiciones que se usan en sistemas de refrigeración diseñados para usar Sustancias que Agotan el Ozono (ODS) incluyendo CFC502 (un azeótropo de cloropentafluorometano y clorodifluorometano) y HCFC22 (clorodifluorometano). Estas composiciones refrigerantes son compatibles con los lubricantes que comúnmente se encuentran en sistemas de refrigeración y de acondicionamiento de aire y también con lubricantes que contienen oxígeno incluyendo, pero sin quedar restringidos a, un éster de poliol y aceites de polialquilen glicol.

15

Las composiciones de la presente invención también se pueden usar en un equipo nuevo.

Aunque se toman precauciones para evitar fugas de refrigerante a la atmósfera, en ocasiones esto sucede. En algunos territorios, la emisión de hidrocarburos se regula para minimizar la generación de ozono troposférico provocada por el efecto de la luz solar sobre los hidrocarburos mezclados con oxígeno. Para minimizar la contribución de hidrocarburos a la atmósfera por medio de fugas de las mezclas que son el objeto de la presente invención, el contenido de hidrocarburos debería ser preferentemente menor de un 5 %, más preferentemente menor de un 3 %.

25 **Antecedentes de la invención**

Los clorofluorocarburos (CFC, por ejemplo, CFC 11, CFC 12, CFC502) y los hidroclorofluorocarburos (HCFC por ejemplo HCFC 22, HCFC 123) son estables, de baja toxicidad y no son inflamables, proporcionando condiciones de trabajo de escaso peligro cuando se usan en sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire. Si se liberan, permean a la estratosfera y atacan a la capa de ozono que protege el medio ambiente de los efectos nocivos de los rayos ultravioletas. El Protocolo de Montreal, un acuerdo internacional suscrito por más de 160 países, establece la eliminación de CFC y HCFC de acuerdo con una planificación temporal acordada.

Los CFC y HCFC se han sustituido en los nuevos equipos de acondicionamiento de aire, refrigeración y bomba de calor por hidrofluorocarburos (HFC por ejemplo HFC 134a, HFC 125, HFC 32, HFC 143a, HFC 152a) ya sea en forma de fluidos puros o como mezclas. No obstante, los HFC no tienen la solubilidad apropiada en los lubricantes tradicionales tales como aceites minerales y aceites de alquilbenceno de modo que se han introducido específicamente los lubricantes sintéticos que contienen oxígeno para los equipos nuevos. Estos nuevos lubricantes son caros e higroscópicos.

40

Algunos refrigerantes, tales como R407C, tienen cambios de temperatura amplios ($> 4^{\circ}\text{C}$) en el evaporador y condensador. Los fabricantes de equipos, basándose en su experiencia con los fluidos individuales de CFC/HCFC o azeótropos, prefieren refrigerantes con bajos cambios. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar mezclas de HCF/hidrocarburos que puedan sustituir R22 y azeótropo R502 (CFC 115/HCFC 22) con el fin de permitir el uso continuado de lubricantes de hidrocarburos en el equipo y minimizando los cambios de temperatura en los intercambiadores de calor proporcionando formulaciones azeotrópicas o casi azeotrópicas.

45

Se han usado diversos términos en la bibliografía de patentes para describir las mezclas de refrigerantes. Se toman las siguientes definiciones a partir del Patrón ASHRAE 34;

50 **Azeótropo:** una mezcla azeotrópica es una que contiene dos o más refrigerantes cuyas composiciones de vapor de equilibrio y de fase líquida son las mismas a una presión concreta. Las mezclas azeotrópicas exhiben cierta separación de componentes en otras condiciones. El alcance de la separación depende del azeótropo particular y la aplicación.

55 **Temperatura azeotrópica:** la temperatura a la cual las fases de líquido y vapor de una mezcla tienen la misma separación molar de cada componente en equilibrio para una presión especificada.

60 **Casi azeótropo:** una mezcla azeotrópica con un cambio de temperatura suficientemente pequeño que se puede despreciar sin el error consiguiente en el análisis para una aplicación específica.

60

Zeótropo: mezclas que comprenden componentes múltiples de diferentes volatilidades que, cuando se usan en ciclos de refrigeración, modifican la composición volumétrica y las temperaturas de saturación a medida que se evaporan (bullen) o se condensan a presión constante.

65 **Cambio de temperatura:** el valor absoluto de la diferencia entre las temperaturas de comienzo y final de un proceso de cambio de fase por medio de un refrigerante dentro de un componente de un sistema de refrigeración, exclusivo

de cualquier subenfriamiento o recalentamiento. Normalmente, esta expresión describe condensación o evaporación de un zeótropo.

5 La presente invención se refiere a composiciones refrigerantes azeotrópicas, casi azeotrópicas o zeotrópicas, que no son inflamables en todas las condiciones de separación como se define en el Patrón ASHRAE 34, y que se pueden usar para sustituir ODS en una unidad existente o nueva sin necesidad de modificar el lubricante o hacer ningún cambio significativo en el soporte físico del sistema.

10 Aunque se conoce en la técnica que la adición de una pequeña cantidad de hidrocarburo a una composición refrigerante que contiene HFC o mezclas de HFC puede tener como resultado la disolución suficiente de hidrocarburo suficiente en el lubricante objeto de transporte alrededor del sistema para que se mantenga la lubricación del compresor en todo momento, no se comprende bien el modo de lograr composiciones no inflamables en todas las condiciones incluyendo la separación de las composiciones de refrigerante que puedan tener lugar durante una fuga del refrigerante a partir del sistema o durante el almacenamiento.

15 No todos los HFC son inflamables como se define en el Patrón ASHRAE 34. HFC 134a no ha recibido la calificación de inflamable por parte de ASHRAE. La presente invención se refiere a composiciones de refrigerantes que cubren mezclas de HFC125 no inflamable con HFC143a inflamable e hidrocarburos en proporciones seleccionadas de manera que todas las composiciones son no inflamables durante la separación al tiempo que proporcionan efectos de refrigeración similares y rendimientos termodinámicos como ODS a los que sustituyen, concretamente R502 y R22.

20 Al tiempo que la presente invención se refiere a composiciones refrigerantes que se pueden usar con lubricantes tradicionales tales como aceites minerales y de alquilbenceno, también son apropiados para su uso con lubricantes que contienen oxígeno sintético.

30 Para evitar la inflamabilidad de la mezcla, o de una fracción generada por una fuga, por ejemplo como se define por medio del Patrón ASHRAE 34, se debería minimizar la cantidad total de hidrocarburos. Al mismo tiempo, es necesario maximizar la cantidad de mezcla de hidrocarburos disuelta en el aceite para un buen retorno de aceite, especialmente en aquellas ubicaciones del circuito que muestren cierta solubilidad más elevada en el aceite que un hidrocarburo en ebullición tal como propano. No obstante, como resultado de una fuga, por ejemplo a partir de un cilindro, un hidrocarburo de alto punto de ebullición se concentra en la fase líquida. Por tanto, es necesario limitar la cantidad de hidrocarburo con el fin de evitar la generación de una mezcla inflamable hacia el final de la fuga.

35 Se puede evitar este problema por medio del uso únicamente de un hidrocarburo de bajo punto de ebullición tal como propano. No obstante, esto presenta dos desventajas. En primer lugar, los hidrocarburos de bajo punto de ebullición son menos solubles que los hidrocarburos de punto de ebullición más elevado en lubricantes de hidrocarburos en el evaporador, cuando están presentes en porcentajes en peso similares como se formula en la mezcla. Por consiguiente, son menos eficaces para garantizar un buen retorno de aceite. En segundo lugar, debido a su elevada volatilidad, tienden a concentrarse en la fase de vapor de la mezcla. Su concentración, por tanto, requiere una restricción para evitar la generación de mezclas inflamables al comienzo de la fuga. Este problema va aumentado si el HFC de bajo punto de ebullición también es inflamable.

40 La proporción de R143a con respecto a R125 y la presencia de propano de bajo punto de ebullición (R290) con isobutano de alto punto de ebullición (2-metilpropano, R600a) tiene como resultado una mezcla no inflamable en la peor separación de casos, como viene definido por el Patrón ASHRAE 34. Se llevaron a cabo los siguientes resultados de ensayo por medio de laboratorios externos independientes:

Muestra 1:	%
R125	76,81
R143a	18,66
propano	2,38
isobutano	2,16
hidrocarburo Total	4,54

50 Se llevó a cabo el ensayo de inflamabilidad que usaba un matraz de 12 litros para el patrón ASHRAE sobre esta mezcla a 60 °C y se encontró que era no inflamable.

Muestra 2:	%
R125	74
R143a	22

55 Isobutano

Se llevó a cabo el mismo ensayo de inflamabilidad que en la muestra 1 sobre esta mezcla que se comprobó que era inflamable con un Límite Inflamable Inferior de un 15 % v/v a 60 °C.

En el número de patente EP 12380 39B1 Roberst muestra la inclusión de metil-propano (isobutano) en mezclas que contienen HFC debido a cuestiones de inflamabilidad la separación de caso peor. En el número de patente US 6.526.764 B1 Honeywell muestra la adición de propano debido a un aumento no deseado de la presión del sistema.

5 Sorprendentemente, los inventores han comprobado que la adición de propano a una mezcla de HFC que contiene una combinación de HFC 125 & HFC 143a con un hidrocarburo de alto punto de ebullición, tal como isobutano, da como resultado un nivel más bajo de inflamabilidad permitiendo, de este modo, que la mezcla sea no inflamable en las condiciones de separación bajo el Patrón ASHRAE 34. Esto permite reducir la cantidad total de hidrocarburo en la mezcla al tiempo que aumenta de forma simultánea la cantidad disuelta en el aceite del evaporador.

10 Esta invención permite el uso de un HFC inflamable tal como HFC143a en una mezcla refrigerante inflamable, mejorando de este modo de manera sustantiva su rendimiento, en particular su capacidad.

15 En el documento US 5.211.867, se reivindican las composiciones azeotrópicas de R125 y R143a, pero no muestra que se pueden añadir, de manera útil, hidrocarburos a las mezclas de estos dos HFC. Es una característica clave de la presente invención que esté presente un hidrocarburo o mezclas de hidrocarburos especialmente seleccionadas con el fin de facilitar el retorno de aceite al compresor. De manera sorprendente, se ha comprobado que, a pesar de la inflamabilidad de HFC143a, la selección de hidrocarburos o mezclas de hidrocarburos permite que las composiciones sean no inflamables durante la separación. La combinación de un hidrocarburo de bajo punto de ebullición tal como propano (punto de ebullición -45,5 °C) con un hidrocarburo de alto punto de ebullición tal como butano (punto de ebullición -0,5 °C) y/o isobutano (punto de ebullición -11,5 °C) evita la acumulación de contenido de hidrocarburo en la fase líquida durante la fuga, al tiempo que se combate el propano más volátil en la fase de vapor por medio de formación de azeótropo con el primer agente de supresión de llama HFC 125.

25 En la búsqueda de una mezcla de refrigerantes que se pueda usar fácilmente para sustituir R22 o R502 en el equipo existente, es especialmente importante que la nueva mezcla deba tener una capacidad de refrigeración apropiada. La capacidad debería ser al menos de un 90 % de la del fluido que se sustituye, más preferentemente al menos un 95 % de la fluido que se sustituye y como máximo preferentemente igual o mayor que la del fluido que se sustituye en condiciones de operación similares. En caso de usar una mezcla de reconversión con capacidad demasiado baja, existe un riesgo significativo de que, en condiciones de carga elevada, el sistema de refrigeración no mantenga las temperaturas bajas deseadas, dando como resultado de este modo el acortamiento de la vida de almacenamiento de los alimentos congelados u otros materiales objeto de almacenamiento a baja temperatura.

30 A la hora de seleccionar una mezcla de refrigerante aceptable, la fiabilidad del equipo también es importante. La inclusión de hidrocarburos en las presentes mezclas garantiza que el aceite que abandona el colector del compresor vuelve al mismo, evitando de este modo la lubricación inapropiada de los soportes del compresor y los pistones que tendría lugar si el aceite quedara retenido en cualquier punto del sistema.

35 Otro factor importante es la temperatura de descarga del refrigerante que abandona el compresor. Si las temperaturas de descarga son demasiado elevadas, los valores de descarga pueden verse dañados por el sobre calentamiento y/o por la deposición de los productos de descomposición procedentes del aceite y el refrigerante. Las mezclas mostradas en los ejemplos tienen todas temperaturas de descarga más bajas que la de R502 y mucho más bajas que la de R22. Las presentes mezclas también se benefician de la ausencia de cloro. R502 y especialmente R22 tienen el potencial a las temperaturas de descarga de producir ácido clorhídrico corrosivo, especialmente si están presentes trazas de agua.

40 El documento EP 1193305 divulga una composición que comprende un 20-90 % de R125, un 70-10 % de R143a y un 1-2,5 % de hidrocarburo.

45 De acuerdo con la presente invención, una composición de refrigerante consiste esencialmente en un componente de hidrofluorocarburo que consiste en una mezcla de:

- | | |
|---------|------------------|
| a) R125 | del 66 al 84,7 % |
| R143a | del 15 al 30 % |

50 y un aditivo de hidrocarburo que consiste en de un 0,1 a un 5 % de 2-metilpropano, o propano; o

55

- | | |
|---------|------------------|
| b) R125 | del 62 al 84,4 % |
| R143a | del 15 al 30 % |

y un aditivo de hidrocarburo que consiste en una mezcla de un 0,1 a un 5 % de 2-metilpropano y un 0,1 a un 5 % de propano.

60 En una primera realización preferida, la composición es no inflamable cuando se encuentra completamente en fase de vapor.

ES 2 524 775 T3

En una segunda realización en la que la composición está en un recipiente donde están presentes tanto la fase líquida como la fase de vapor, ni el vapor ni el líquido son inflamables.

5 Una composición preferida que puede encontrar aplicación como sustitutivo de R502 consiste esencialmente en:

R125	del 82,4 al 68 %
R143a	del 17 al 27 %
isobutano	del 0,3 al 3 %
propano	del 0,3 al 2 %

Otra composición preferida que puede encontrar aplicación como sustitutivo de R502 consiste esencialmente en:

R125	77 %
R143a	20 %
isobutano	2 %
propano	1 %

10 En otra realización particularmente preferida, se proporcionan composiciones azeotrópicas que pueden encontrar aplicación para sustituir R502 que comprenden:

	%	
	Mezcla 1	Mezcla 2
R125	73,07	73,07
R143a	23,87	23,87
propano	0,31	0,6
isobutano	2,75	2,46

15 Una composición particularmente preferida consiste esencialmente en:

R125	77,5 %
R143a	20 %
isobutano	2,5 %

Otra composición preferida consiste esencialmente en:

R125	78 %
R143a	20 %
isobutano	2 %

20 Otra composición preferida consiste esencialmente en:

R125	79 %
R143a	18 %
isobutano	3 %

Otra composición preferida consiste esencialmente en:

R125	77,2 %
R143a	20 %
isobutano	2,8 %

25 Una composición preferida consiste esencialmente en:

R125	del 84,7 al 66 %
R143a	del 15 al 30 %
isobutano	del 0,3 al 4 %

30 Una composición preferida consiste esencialmente en:

R125	del 84,7 al 66 %
R143a	del 15 al 30 %
propano	del 0,3 al 4 %

Una composición especialmente preferida consiste esencialmente en:

R125	del 84,4 al 62 %
R143a	del 15 al 30 %
isobutano	del 0,3 al 4 %
propano	del 0,3 al 4 %

Una composición preferida consiste esencialmente en:

5	R125	del 82,4 al 68 %
	R143a	del 17 al 27 %
	isobutano	del 0,3 al 3 %
	propano	del 0,3 al 2 %

Una composición preferida consiste esencialmente en:

R125	73,07 %
R143a	23,87 %
propano	0,31 %
isobutano	2,75 %

Una composición preferida consiste esencialmente en:

10	R125	73,07 %
	R143a	23,87 %
	propano	0,6 %
	isobutano	2,46 %

Una composición preferida consiste esencialmente en:

R125	73,07 %
R143a	23,87 %
isobutano	3,06

15 Los porcentajes y otras proporciones referidos en la presente memoria descriptiva están en peso, a menos que se indique lo contrario y están seleccionados hasta un total de un 100 % a partir de los intervalos divulgados.

En una realización preferida de la invención, la composición de refrigerante consiste esencialmente en una combinación de un componente de hidrofluorocarburo que comprende:

20	R125	del 83 al 71 %;
	y	
	R143a	del 17 al 29 %

y un aditivo seleccionado entre un hidrocarburo saturado o insaturado o una de sus mezclas que bulle dentro del intervalo de -50 °C y + 15 °C.

25 El aditivo de hidrocarburo puede estar seleccionado entre el grupo que consiste en 2-metilpropano, propano y sus mezclas.

Una primera composición de refrigerante especialmente preferida que puede encontrar aplicación como sustitutivo de R502 y R22 consiste esencialmente en:

30	R125	del 82,7 al 71,5 %
	R143a	del 17 al 25 %
	Butano	del 0,3 al 3,5 %

Una composición de refrigerante más preferida que puede encontrar aplicación como sustitutivo de R502 y R22 consiste esencialmente en:

35	R125	del 82,7 al 71,5 %
	R143a	del 17 al 25 %
	isobutano	del 0,3 al 3,5 %

Otra composición de refrigerante preferida que puede encontrar aplicación como sustitutivo de R502 y R22 consiste esencialmente en:

ES 2 524 775 T3

R125	del 80,4 al 75 %
R143a	del 19 al 22 %
isobutano	del 0,6 al 3 %

Una composición de refrigerante preferida que puede encontrar aplicación como sustitutivo de R502 y R22 consiste esencialmente en:

5

R125	del 82,7 al 73 %
R143a	del 17 al 25 %
propano	del 0,3 al 2 %

Una composición de refrigerante más preferida que puede encontrar aplicación como sustitutivo de R502 y R22 consiste esencialmente en:

10

R125	del 80,7 al 76,5 %
R143a	del 19 al 22 %
propano	del 0,3 al 1,5

Otra composición de refrigerante preferida que puede encontrar aplicación como sustitutivo de R502 y R22 consiste esencialmente en:

15

R125	del 82,4 al 71 %
R143a	del 17 al 25 %
isobutano	del 0,3 al 2,5 %
propano	del 0,3 al 1,5 %

Una composición de refrigerante particularmente preferida que puede encontrar aplicación como sustitutivo de R502 y R22 consiste esencialmente en:

R125	del 79,8 al 75 %
R143a	del 19 al 22 %
isobutano	del 0,6 al 2 %
propano	del 0,6 al 1 %

20

La composición de refrigerante más particularmente preferida que puede encontrar aplicación como sustitutivo de R502 y R22 consiste esencialmente en:

R125	77,5 %
R143a	20 %
isobutano	1,9 %
propano	0,6 %

25

La invención se describe además por medio de ejemplos pero no en un sentido limitante.

Ejemplo 1

Se evaluaron las mezclas R125, R143a, R290 y R600a en condiciones típicas de refrigeración de baja temperatura usando un programa NIST's CYCLE D.

30

DEMANDA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRADA	10 kW
AL EVAPORADOR	
Recalentamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de succión (en temperatura saturada)	1,5 °C
CONDENSADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	35,0 °C
Subenfriamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de descarga (en temperatura saturada)	1,5 °C
TUBERÍA DE LÍQUIDO/TUBERÍA DE SUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR	
Eficacia	0,3
COMPRESOR	
Eficacia isentrópica del compresor	0,7

ES 2 524 775 T3

Eficacia volumétrica del compresor	0,82
POTENCIA PARÁSITA	
Ventilador del evaporador	0,3 kW
Ventilador del condensador	0,4 kW
Controles	0,1 kW

Las Tablas 1 & 2 muestran los resultados de los análisis de rendimientos de la unidad de refrigeración usando estas condiciones de operación.

5

Tabla 1

Refrigerante	1	2	3	4	5	6
% en peso de 125	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5
% en peso de 143a	20	20	20	20	20	20
% en peso de 600a	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
% en peso de 290	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Temperatura de evaporación (°C)	-50	-40	-30	-20	-10	0
Presión de descarga (bar)	17,58	17,58	17,58	17,58	17,58	17,58
Temperatura de descarga (°C)	99,5	88,7	79,5	71,6	64,6	58,5
COP (sistema)	0,97	1,20	1,48	1,85	2,33	3,00
Capacidad (kW/m ³)	355	590	937	1434	2125	3068
Cambio en el evaporador (°C)	0,37	0,42	0,47	0,52	0,56	0,60
Cambio en el condensador (°C)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66

Tabla 2

Refrigerante	1	2	3	4	5	6
% en peso de 125	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5
% en peso de 143a	20	20	20	20	20	20
% en peso de 600a	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Temperatura de evaporación (°C)	-50	-40	-30	-20	-10	0
Presión de descarga (bar)	17,26	17,26	17,26	17,26	17,26	17,26
Temperatura de descarga (°C)	99,3	88,5	79,3	71,4	64,5	58,4
COP (sistema)	0,98	1,20	1,48	1,85	2,34	3,01
Capacidad (kW/m ³)	349	580	922	1411	2092	3021
Cambio en el evaporador (°C)	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
Cambio en el condensador (°C)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

10 Ejemplo 2

Se evaluaron las mezclas R125, R143a y R290 en condiciones típicas de refrigeración de baja temperatura usando un programa NIST's CYCLE D.

DEMANDA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRADA	10 kW
AL EVAPORADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	-30 °C
Recalentamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de succión (en temperatura saturada)	1,5 °C
CONDENSADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	35,0 °C
Subenfriamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de descarga (en temperatura saturada)	1,5 °C
TUBERÍA DE LÍQUIDO/TUBERÍA DE SUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR	
Eficacia	0,3
COMPRESOR	

ES 2 524 775 T3

Eficacia isentrópica del compresor	0,7
Eficacia volumétrica del compresor	0,82
POTENCIA PARÁSITA	
Ventilador del evaporador	0,3 kW
Ventilador del condensador	0,4 kW
Controles	0,1 kW

La Tabla 3 muestra los resultados de los análisis de rendimientos de la unidad de refrigeración usando estas condiciones de operación.

5

Tabla 3

Refrigerante	1	2	3	4	5
% en peso de 125	73	75,5	77	81	74
% en peso de 143a	25	23	21	17	25
% en peso de 290	2	1,5	2	2	1
Presión de descarga (bar)	17,63	17,55	17,76	17,90	17,34
Temperatura de descarga (°C)	80,8	80,3	80,1	79,5	80,5
COP (sistema)	1,47	1,47	1,47	1,46	1,48
Capacidad (kW/m ³)	976	969	978	980	961
Cambio en el evaporador (°C)	0,61	0,50	0,65	0,69	0,34
Cambio en el condensador (°C)	0,64	0,56	0,69	0,73	0,41

Ejemplo 3

10 Se evaluaron las mezclas R125, R143a y R600a en condiciones típicas de refrigeración de baja temperatura usando un programa NIST's CYCLE D.

DEMANDA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRADA	10 kW
AL EVAPORADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	-30 °C
Recalentamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de succión (en temperatura saturada)	1,5 °C
CONDENSADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	35,0 °C
Subenfriamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de descarga (en temperatura saturada)	1,5 °C
TUBERÍA DE LÍQUIDO/TUBERÍA DE SUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR	
Eficacia	0,3
COMPRESOR	
Eficacia isentrópica del compresor	0,7
Eficacia volumétrica del compresor	0,82
POTENCIA PARÁSITA	
Ventilador del evaporador	0,3 kW
Ventilador del condensador	0,4 kW
Controles	0,1 kW

15 La Tabla 4 muestra los resultados de los análisis de rendimientos de la unidad de refrigeración usando estas condiciones de operación.

Tabla 4

Refrigerante	1	2	3	4	5	6	7
% en peso de 125	71	72	75	75	78	79,5	79
% en peso de 143a	27	26,5	22,5	23	20	18	18
% en peso de 600a	2	1,5	2,5	2	2	2,5	3

ES 2 524 775 T3

Presión de descarga (bar)	17,21	17,32	17,20	17,30	17,3	17,31	17,20
Temperatura de descarga (°C)	80,5	80,4	79,7	79,8	79,9	79,0	79,0
COP (sistema)	1,49	1,49	1,49	1,49	1,48	1,48	1,48
Capacidad (kW/m ³)	926	930	921	926	925	922	917
Cambio en el evaporador (°C)	0,28	0,20	0,38	0,28	0,28	0,4	0,48
Cambio en el condensador (°C)	0,45	0,34	0,57	0,45	0,45	0,6	0,69

Ejemplo de Referencia 4

5 Se evaluaron las mezclas R125, R143a y R600 en condiciones típicas de refrigeración de baja temperatura usando un programa NIST's CYCLE D.

DEMANDA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRADA	10 kW
AL EVAPORADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	-30 °C
Recalentamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de succión (en temperatura saturada)	1,5 °C
CONDENSADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	35,0 °C
Subenfriamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de descarga (en temperatura saturada)	1,5 °C
TUBERÍA DE LÍQUIDO/TUBERÍA DE SUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR	
Eficacia	0,3
COMPRESOR	
Eficacia isentrópica del compresor	0,7
Eficacia volumétrica del compresor	0,82
POTENCIA PARÁSITA	
Ventilador del evaporador	0,3 kW
Ventilador del condensador	0,4 kW
Controles	0,1 kW

La Tabla 5 muestra los resultados de los análisis de rendimientos de la unidad de refrigeración usando estas condiciones de operación.

10

Tabla 5

Refrigerante	1	2	3	4	5
% en peso de 125	72	74	75,5	77	80
% en peso de 143a	26,5	23,5	23	21	17
% en peso de 600	1,5	2,5	1,5	2	3
Presión de descarga (bar)	1706	1674	1713	1698	1668
Temperatura de descarga (°C)	81,1	81,1	80,5	80,4	80,3
COP (sistema)	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49
Capacidad (kW/m ³)	912	891	913	902	879
Cambio en el evaporador (°C)	1,02	1,80	1,03	1,41	2,28
Cambio en el condensador (°C)	0,96	1,63	0,97	1,31	2,02

Ejemplo de Referencia 5

15

Se evaluaron las mezclas R125, R143a, 600a y R600 en condiciones típicas de refrigeración de baja temperatura usando un programa NIST's CYCLE D.

DEMANDA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRADA	10 kW
AL EVAPORADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	-30 °C
Recalentamiento	5,0 °C

ES 2 524 775 T3

Disminución de presión de la tubería de succión (en temperatura saturada)	1,5 °C
CONDENSADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	35,0 °C
Subenfriamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de descarga (en temperatura saturada)	1,5 °C
TUBERÍA DE LÍQUIDO/TUBERÍA DE SUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR	
Eficacia	0,3
COMPRESOR	
Eficacia isentrópica del compresor	0,7
Eficacia volumétrica del compresor	0,82
POTENCIA PARÁSITA	
Ventilador del evaporador	0,3 kW
Ventilador del condensador	0,4 kW
Controles	0,1 kW

La Tabla 6 muestra los resultados de los análisis de rendimientos de la unidad de refrigeración usando estas condiciones de operación.

5

Tabla 6

Refrigerante	1	2	3	4	5
% en peso de 125	72,4	74,5	77	79,5	81
% en peso de 143a	25	22,5	20	17,5	17
% en peso de 600a	2	2,5	2	1,5	1
% en peso de 600	0,6	0,5	1	1,5	1
Presión de descarga (bar)	17,02	17,01	16,97	16,94	17,26
Temperatura de descarga (°C)	80,4	80,0	79,8	79,6	79,3
COP (sistema)	1,49	1,49	1,49	1,49	1,48
Capacidad (kW/m ³)	913	910	904	898	915
Cambio en el evaporador (°C)	0,74	0,76	1,07	1,38	0,86
Cambio en el condensador (°C)	0,84	0,91	1,13	1,36	0,89

Ejemplo 6

10

Se evaluaron las mezclas R22 y R502 en condiciones típicas de refrigeración de baja temperatura usando un programa NIST's CYCLE D para comparación con los ejemplos anteriores.

DEMANDA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRADA	10 kW
AL EVAPORADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	-30 °C
Recalentamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de succión (en temperatura saturada)	1,5 °C
CONDENSADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	35,0 °C
Subenfriamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de descarga (en temperatura saturada)	1,5 °C
TUBERÍA DE LÍQUIDO/TUBERÍA DE SUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR	
Eficacia	0,3
COMPRESOR	
Eficacia isentrópica del compresor	0,7
Eficacia volumétrica del compresor	0,82
POTENCIA PARÁSITA	
Ventilador del evaporador	0,3 kW
Ventilador del condensador	0,4 kW

ES 2 524 775 T3

Controles

0,1 kW

La Tabla 7 muestra los resultados de los análisis de rendimientos de la unidad de refrigeración usando estas condiciones de operación.

5

Tabla 7

Refrigerante	R22	R502
Presión de descarga (bar)	14,07	15,46
Temperatura de descarga (°C)	132,4	93,5
COP (sistema)	1,60	1,55
Capacidad (kW/m ³)	872	907
Cambio en el evaporador (°C)	0	0,12
Cambio en el condensador (°C)	0	0

Ejemplo 7

10

Se evaluaron las mezclas R125, R143a, R290 y R600a en condiciones típicas de refrigeración de baja temperatura usando un programa NIST's CYCLE D.

DEMANDA DE ENFRIAMIENTO SUMINISTRADA	10 kW
AL EVAPORADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	-35 °C
Recalentamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de succión (en temperatura saturada)	1,5 °C
CONDENSADOR	
Temperatura de condensación de fluido de punto medio	35,0 °C
Subenfriamiento	5,0 °C
Disminución de presión de la tubería de descarga (en temperatura saturada)	1,5 °C
TUBERÍA DE LÍQUIDO/TUBERÍA DE SUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR	
Eficacia	0,3
COMPRESOR	
Eficacia isentrópica del compresor	0,7
Eficacia volumétrica del compresor	0,82
POTENCIA PARÁSITA	
Ventilador del evaporador	0,3 kW
Ventilador del condensador	0,4 kW
Controles	0,1 kW

15

La Tabla 8 muestra los resultados de los análisis de rendimientos de la unidad de refrigeración usando estas condiciones de operación.

Tabla 8

Refrigerante	1	2	3	4	5	6	R22	R502
% en peso de 125	77,5	76	77	78	79	80		
% en peso de 143a	20	21,5	20,5	19,5	18,4	17,3		
% en peso de 600a	1,9	1,8	1,8	1,9	2	2,1		
% en peso de 290	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6		
Presión de descarga (bar)	17,59	17,62	17,58	17,60	17,60	17,61	14,07	15,46
Temperatura de descarga (°C)	84,2	84,1	83,9	83,8	83,6	83,4	142,7	99,5
COP (sistema)	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,44	1,40
Capacidad (kW/m ³)	1238	1239	1235	1236	1235	1234	1115	1177
Cambio en el evaporador (°C)	0,46	0,46	0,45	0,45	0,47	0,48	0	0,14
Cambio en el condensador (°C)	0,67	0,67	0,66	0,67	0,69	0,72	0	0,01

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una composición de refrigerante que consiste esencialmente en un componente de hidrofluorocarburo que consiste en una mezcla de:
- | | |
|---------|------------------|
| a) R125 | del 66 al 84,7 % |
| R143a | del 15 al 30 % |
- y un aditivo de hidrocarburo que consiste en de un 0,1 a un 5 % de 2-metilpropano, o propano; o
- | | |
|---------|------------------|
| b) R125 | del 62 al 84,4 % |
| R143a | del 15 al 30 % |
- 10 y un aditivo de hidrocarburo que consiste en una mezcla de un 0,1 a un 5 % de 2-metilpropano y de un 0,1 % a un 5 % de propano.
2. Una composición de refrigerante tal como se reivindica en la reivindicación 1 que consiste esencialmente en:
- | | |
|----------------|-------------------|
| R125 | del 82,4 al 71 % |
| R143a | del 17 al 25 % |
| 2-metilpropano | del 0,3 al 2,5 % |
| propano | del 0,3 al 1,5 %. |
- 15 3. Una composición de refrigerante tal como se reivindica en la reivindicación 1 que consiste esencialmente en:
- | | |
|----------------|------------------|
| R125 | del 79,8 al 75 % |
| R143a | del 19 al 22 % |
| 2-metilpropano | del 0,6 al 2 % |
| propano | del 0,6 al 1 %. |
- 20 4. Una composición de refrigerante tal como se reivindica en la reivindicación 1 que consiste esencialmente en:
- | | |
|----------------|--------|
| R125 | 77,5 % |
| R143a | 20 % |
| 2-metilpropano | 1,9 % |
| propano | 0,6 %. |
5. Una composición de refrigerante tal como se reivindica en la reivindicación 1 que consiste esencialmente en:
- | | |
|----------------|---------|
| R125 | 73,07 % |
| R143a | 23,87 % |
| propano | 0,6 % |
| 2-metilpropano | 2,46 %. |
- 25 6. Una composición de refrigerante tal como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1-3 que consiste esencialmente en:
- | | |
|----------------|------|
| R125 | 77 % |
| R143a | 20 % |
| 2-metilpropano | 2 % |
| propano | 1 %. |
- 30 7. Una composición de refrigerante tal como se reivindica en la reivindicación 1 que consiste esencialmente en:
- | | |
|----------------|--------------------|
| R125 | del 82,7 al 71,5 % |
| R143a | del 17 al 25 % |
| 2-metilpropano | del 0,3 al 3,5 %. |
8. Una composición de refrigerante tal como se reivindica en la reivindicación 1 que consiste esencialmente en:
- | | |
|---------|------------------|
| R125 | del 82,7 al 73 % |
| R143a | del 17 al 25 % |
| propano | del 0,3 al 2 %. |
- 35 9. Una composición de refrigerante tal como se reivindica en la reivindicación 1 que consiste esencialmente en:

ES 2 524 775 T3

R125	del 80,4 al 75 %
R143a	del 19 al 22 %
2-metilpropano	del 0,6 al 3 %.

10. Una composición de refrigerante tal como se reivindica en la reivindicación 1 que consiste esencialmente en una de las siguientes composiciones:

(i)	R125	73,07 %
	R143a	23,87 %
	2-metilpropano	3,06 %
(ii)	R125	77,5 %
	R143a	20 5
	2-metilpropano	2,5 %
(iii)	R125	78 %
	R143a	20 %
	2-metilpropano	2 %
(iv)	R125	79 %
	R143a	18 %
	2-metilpropano	3 %
(v)	R125	77,2 %
	R143a	20 %
	2-metilpropano	2,8 %.

5

11. Una composición de refrigerante tal como se reivindica en la reivindicación 1 que consiste esencialmente en:

R125	del 80,7 al 76,5 %
R143a	del 19 al 22 %
propano	del 0,3 al 1,5.

10

12. Un refrigerante tal como se reivindica en cualquier reivindicación anterior usado en una unidad de refrigeración con un aceite mineral o un aceite de alquibenceno, hidrocarburo sintético o lubricante sintético que contiene oxígeno.