



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 361 912**

(51) Int. Cl.:

C09K 5/04 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **03751056 .7**

(96) Fecha de presentación : **13.10.2003**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1560892**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **10.08.2005**

(54) Título: **Composiciones refrigerantes.**

(30) Prioridad: **11.10.2002 GB 0223724**

(73) Titular/es: **E.I. Du Pont de Nemours And Company
1007 Market Street
Wilmington, Delaware 19808, US**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.06.2011

(72) Inventor/es: **Chambers, Owen Ross y
Roberts, Neil Andre**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.06.2011

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 361 912 T3

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

DESCRIPCIÓN

Composiciones refrigerantes.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a composiciones refrigerantes, en particular a refrigerantes de baja temperatura para usar en cámaras frigoríficas.

Son necesarios refrigerantes de baja temperatura para usar en cámaras frigoríficas. Antes del Protocolo de Montreal, esta función la hacía R502, un azeótropo de R115 y R22. Este refrigerante era particularmente atractivo en situaciones de baja temperatura en las que R12 (CCl_2F_2) o R22 alcanzaban sus límites de trabajo eficaz. A estas temperaturas bajas se podía lograr un aumento significativo de la capacidad frente al que se podía obtener con R22, siendo el beneficio principal el trabajo a temperaturas de descarga considerablemente menores. Sin embargo, puesto que R502 contiene R115, que es un destructor de ozono fuerte, ahora ya no está disponible para usar.

Posteriormente, este requisito se ha cumplido parcialmente usando dos mezclas que contenían R143a. La primera es R404A, que consiste en R125 (44% p/p), R143a (52% p/p) y R134a (4% p/p). La segunda es R507A, que consiste en una mezcla azeotrópica de R125 (50% p/p) y R143a (50% p/p).

El problema con estas mezclas es que tienen potenciales de calentamiento global (PCG) muy altos.

El concepto de Potencial de Calentamiento Global (PCG) se ha desarrollado para comparar la capacidad de un gas de efecto invernadero para atrapar calor en la atmósfera con respecto a otro gas. Se ha elegido el dióxido de carbono (CO_2) como gas de referencia. Puesto que los PCG son relaciones, no tienen unidades. Los PCG citados a continuación son los dados en el IPCC - 1995 para un horizonte temporal de 100 años. Los PCG para mezclas se calculan sumando los productos de la fracción en masa por el PCG del componente individual.

Un gas de efecto invernadero es un gas que hace que la atmósfera de la tierra atrape calor. El gas de efecto invernadero permite que la radiación solar llegue a la superficie de la tierra. La superficie de la tierra se calienta por esta radiación y emite radiación infrarroja de longitud de onda mayor debido al calentamiento. Ahora el gas de efecto invernadero evita que esta radiación vuelva a escapar al espacio absorbiéndola y por lo tanto la atrapa en la atmósfera.

R507 tiene un PCG de 3300 y R404A es solo un poco menor con 3260. Estos PCG altos se deben a la presencia de R143a. El R143a puro tiene un PCG de 3800 comparado con el del otro componente principal, R125, que es de solo 2800.

También se ha usado R22 solo, pero este es un destructor de ozono que desaparecerá progresivamente a lo largo de la siguiente década. Además, la eficacia de R22 a las bajas temperaturas requeridas para el almacenamiento frigorífico es pobre.

El documento WO 01/23493 describe una composición refrigerante que comprende un componente de hidrofluorocarbono que incluye 1,1,1,2-tetrafluoroetano, y la composición comprende además un aditivo seleccionado de un hidrocarburo saturado o una mezcla de los mismos que tiene un punto de ebullición en el intervalo de -5 a +70°C.

El documento WO 02/26912 describe una composición que comprende un refrigerante, comprendiendo dicho refrigerante al menos de aproximadamente 35 a aproximadamente 80 partes en peso de pentafluoroetano, de aproximadamente 15 a aproximadamente 60 partes en peso de 1,1,1,2-tetrafluoroetano y de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 partes en peso de ciclopentano.

El documento GB 2356867 describe una composición refrigerante que comprende al menos 35% en peso de pentafluoroetano, octafluoropropano, trifluorometoxidifluorometano o hexafluorociclopropano, o una mezcla de dos o más de los mismos; al menos 30% en peso de 1,1,1,2- o 1,1,2,2-tetrafluoroetano, trifluorometoxipentafluoroetano, 1,1,1,2,3,3-heptafluoroetano, o una mezcla de dos o más de los mismos; y n-butano o isobutano en una cantidad de 1% a menos de 2,3% en peso.

El documento WO 95/08602 describe una composición refrigerante de sustitución que comprende pentafluoroetano, tetrafluoroetano e isobutano o propano o mezclas de los mismos.

El documento EP 0659862 describe composiciones refrigerantes que comprenden difluorometano, pentafluoroetano, 1,1,1,2-tetrafluoroetano y n-pentano.

Ahora hay una considerable preocupación sobre el calentamiento global, y por lo tanto, es importante usar mezclas con un PCG tan bajo como sea posible. Claramente es necesario encontrar un sustituto para R502, que no sea un destructor de ozono, tenga un PCG bajo y pueda operar más eficazmente que R22, R404A o R507 a las bajas temperaturas requeridas.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una composición refrigerante que comprende:

(a) pentafluoroetano, trifluorometoxidifluorometano o hexafluorociclopropano, o una mezcla de dos o más de los mismos, en una cantidad de 83% a 90% en peso basado en el peso de la composición,

5 (b) 1,1,1,2- o 1,1,2,2-tetrafluoroetano, trifluorometoxipentafluoroetano, o una mezcla de dos o más de los mismos, en una cantidad de 7,5 a 15% en peso basado en el peso de la composición y

(c) un hidrocarburo etilénicamente insaturado o saturado, que contiene opcionalmente uno o más átomos de oxígeno, con un punto de ebullición de -50°C a +35°C, o una mezcla de los mismos, en una cantidad de 1 % a 4% en peso basado en el peso de la composición, siendo la relación en peso de componente (a):componente (b) al menos 3:1.

10 Los porcentajes mencionados antes se refieren, en particular, a la fase líquida.

La presente invención también proporciona un procedimiento para producir refrigeración que comprende condensar una composición de la presente invención y después evaporar la composición en la proximidad de un cuerpo que se va a enfriar. La invención también proporciona un aparato de refrigeración que contiene, como refrigerante, una composición de la presente invención.

15 El componente (a) está presente en una cantidad de 83 a 90% en peso basado en el peso de la composición, en especial de 83 a 88% en peso, en particular aproximadamente 85% en peso. Preferiblemente, el componente (a) es R125 (pentafluoretano) o una mezcla que contiene al menos la mitad, en especial al menos tres cuartos (en masa) de R125. Lo más preferiblemente el componente (a) es R125 (solo). En general, la capacidad enfriamiento de la composición aumenta al aumentar el contenido de R125; la mejor capacidad de enfriamiento y eficacia se pueden 20 obtener con R125 aproximadamente al 85%.

El componente (b) está presente en la composición de 7,5 a 15% en peso basado en el peso de la composición. Típicamente, el componente está presente en una cantidad de 10% a 15% en peso, en especial aproximadamente 11,5% en peso. El componente (b) preferiblemente es una mezcla que contiene al menos la mitad, en especial al menos tres cuartos (en masa) de R134a (1,1,1,2-tetrafluoroetano). Lo más preferiblemente, el componente (b) es 25 R134a (solo).

La relación en peso de componente (a):componente (b) es al menos 3:1, en general al menos 4:1, preferiblemente de 5:1 a 10:1 y en especial de 7:1 a 9:1.

30 El componente (c) es un hidrocarburo saturado o etilénicamente insaturado, que contiene opcionalmente uno o más átomos de oxígeno, en particular un átomo de oxígeno, con un punto de ebullición de -50°C a +35°C, o una mezcla de los mismos. Los hidrocarburos preferidos que se pueden usar tienen de 3 a 5 átomos de carbono. Pueden ser acíclicos o cíclicos. Los hidrocarburos acíclicos que se pueden usar incluyen propano, n-butano, isobutano, pentano, isopentano y éter dimetílico y de etilo y metilo así como propano. Los hidrocarburos cíclicos que se pueden usar incluyen ciclobutano, ciclopropano, metilciclopropano y oxetano. Los hidrocarburos preferidos incluyen n-butano e isobutano, siendo el isobutano especialmente preferido. El isobutano es particularmente adecuado para producir una mezcla no inflamable en el peor de los casos de fraccionamiento debido a escape.

35 No se excluye la presencia de al menos un componente adicional en la composición. Por lo tanto, aunque típicamente la composición comprenderá los 3 componentes esenciales, puede haber, al menos, un cuarto componente presente. Los componentes adicionales típicos incluyen otros fluorocarbonos, y en particular, hidrofluorocarbonos, tales como los que tienen un punto de ebullición a presión atmosférica de como máximo -40°C, preferiblemente como máximo -49°C, en especial aquellos en los que la relación de F/H en la molécula es al menos 1, preferiblemente R23, trifluorometano y lo más preferiblemente, R32, difluorometano. En general, la concentración máxima de estos otros ingredientes no supera 10% y en especial no supera 5% y más en especial no supera 2% en peso, basado en la suma de los pesos de los componentes (a), (b) y (c). La presencia de hidrofluorocarbonos en general tiene un efecto neutro en las propiedades deseadas de la formulación. Convenientemente, uno o más butanos, en especial n-butano o isobutano, representan al menos 70%, preferiblemente al menos 80% y más preferiblemente al menos 90% en peso del peso total de hidrocarburos en la composición. Se observará que es preferible evitar los perhalocarbonos para así minimizar cualquier efecto invernadero y evitar hidrohalogenocarbonos con uno o más halógenos más pesados que el flúor. La cantidad total de dichos halocarbonos ventajosamente no debería superar 2%, en especial 1% y más preferiblemente 0,5% en peso.

40 50 Se ha encontrado que las composiciones de la presente invención son muy compatibles con los lubricantes de aceites minerales que se han usado convencionalmente con refrigerantes de CFC. Por consiguiente, las composiciones de la presente invención se pueden usar no sólo con lubricantes totalmente sintéticos tales como ésteres de polioles (POE), polialquilenglicoles (PAG) y polioxipropilenglicoles o con aceite fluorado como se describe en el documento EP-A-399817 sino también con aceite mineral y lubricantes de alquilbenceno incluyendo aceites nafténicos, aceites parafínicos y aceites de silicona y mezclas de dichos aceites y lubricantes con lubricantes totalmente sintéticos y aceite fluorado.

Se pueden usar los aditivos habituales incluyendo aditivos de "presión extrema" y antidesgaste, mejoradores de la oxidación y estabilidad térmica, inhibidores de la corrosión, mejoradores del índice de viscosidad, aditivos para rebajar el punto de congelación, detergentes, agentes antiespumantes y ajustadores de la viscosidad. Se incluyen ejemplos de aditivos adecuados en la tabla D del documento US-A-4755316.

- 5 Los siguientes ejemplos y ejemplos de referencia ilustran mejor la presente invención y la comparan con composiciones fuera del alcance de las reivindicaciones, incluyendo composiciones de la técnica anterior.

Ejemplos

Determinación de la relación presión de vapor/temperatura para las mezclas que se van a ensayar

Las muestras usadas para el ensayo se detallan en la tabla 1.

10 Equipamiento y parte experimental

El equipamiento usado para determinar la relación de la presión de vapor/temperatura consistía en un reactor Parr de 1 litro completamente sumergido en un baño de agua termostáticamente controlado. La temperatura del baño se midió usando un termómetro de resistencia de platino calibrado con un indicador Isotech TT11. La resolución del termómetro es 0,01°C. La presión (Pres) se leyó con un transductor de presión calibrado con una precisión experimental de 0,01 bar y se leyó en un instrumento Druck DR1.

Se cargaron aproximadamente 1,2 kg del refrigerante en el reactor Parr. Después, el reactor se enfrió durante la noche. Cuando había alcanzado la temperatura, se registraron cada 10 minutos la presión y las temperaturas hasta ser constantes.

20 Los datos obtenidos no dan el punto de rocío y por lo tanto no dan el deslizamiento. Se puede obtener una evaluación aproximada del deslizamiento usando el programa REFPROP 6. La relación del deslizamiento al punto de burbuja normalmente es casi lineal y se puede representar mediante una ecuación lineal. En el caso de R407C, debe usarse una ecuación binomial. Estas ecuaciones ahora se pueden usar para dar un deslizamiento aproximado para los puntos de burbuja determinados experimentalmente. Esto es en la práctica una normalización del deslizamiento calculado respecto a los datos determinados experimentalmente. La presión del punto de rocío ahora 25 se puede aproximar aplicando la relación para la temperatura/presión que se ha encontrado para el punto de burbuja. Las ecuaciones del deslizamiento obtenidas también se muestran en la tabla 2. Estas ecuaciones ahora se pueden usar para obtener las tablas de presión de vapor/temperatura.

Determinación del rendimiento de los refrigerantes en el calorímetro de baja temperatura (BT)

Equipamiento y condiciones de operación generales

30 El rendimiento de los refrigerantes se determinó en el calorímetro de baja temperatura (BT). El calorímetro de BT está equipado con una unidad de condensación semihermética Bitzer que contiene aceite Shell SD. El vapor caliente pasa del compresor a través de un separador de aceite y al condensador. La presión de descarga a la salida del compresor se mantiene constante mediante una válvula de cierre de glándula empaquetada. El refrigerante después se desplaza a lo largo de la tubería de líquido al evaporador.

35 El evaporador está construido con un tubo de Cu de 15 mm enrollado alrededor de los bordes de un baño SS de 32 litros bien aislado. El baño se llena con disolución de glicol:agua 50:50 y se suministra calor mediante calentadores, 3 x 1 kW, controlados mediante un controlador PID. Un agitador con un álate grande asegura que el calor se distribuye de forma uniforme. La presión de evaporación se controla por una válvula de expansión automática.

El vapor del refrigerante vuelve al compresor por una tubería de succión del intercambiador de calor.

40 Se registran automáticamente 12 lecturas de temperatura, 5 lecturas de presión, potencia del compresor y aportación de calor usando el programa Dasylab.

Los ensayos se llevaron a cabo a una temperatura de condensación de 40°C y sobrecaleamiento del evaporador de 8°C ($\pm 0,5^\circ\text{C}$).

45 Para R22 la temperatura al final del evaporador se mantuvo 8°C por encima de la temperatura equivalente a la presión de evaporación.

Para los otros refrigerantes, la temperatura al final del evaporador se mantuvo 8°C por encima de la temperatura equivalente a la presión de evaporación (punto de rocío).

50 La temperatura media del evaporador (temp. ev.) de estos refrigerantes se calculó tomando la temperatura equivalente a la presión del evaporador de la tabla del punto de burbuja y añadiendo a esta la mitad del deslizamiento a esta temperatura.

Inicialmente, la presión se ajustó de forma aproximada y después se fijó la temperatura del baño. La presión entonces se volvió a ajustar para asegurar que había un sobrecalentamiento presente de 8°C. El sobrecalentamiento se midió en la tercera salida del evaporador. No se hicieron ajustes durante el experimento, excepto posibles cambios poco importantes en la válvula a la salida del compresor, con el fin de mantener las condiciones tan constantes como fuera posible. Despues, el ensayo se continuó durante al menos 1 hora durante la cual se tomaron 6 lecturas, es decir, cada 10 minutos. Si estas lecturas eran estables, entonces se calculó su media.

Detalles experimentales específicos para cada refrigerante

La lista de refrigerantes se da con el orden en el que se llevaron a cabo las mediciones.

10 **R22:** se cargó R22 (3,477 kg) en el colector de líquido. Puesto que esta era la primera vez que se usaba el calorímetro de BT, fue necesaria una modificación importante de los datos base para R22. Por consiguiente, se obtuvieron 8 puntos de datos entre las temperaturas de evaporación de -33°C y -21°C.

15 **R125 al 75%:** Se cargaron aproximadamente 3,54 kg en el colector de líquido. Se obtuvieron 4 puntos de datos entre las temperaturas de evaporación medias de -31°C y -23°C respectivamente. A una temperatura de evaporación media de -23°C la válvula de expansión estaba completamente abierta.

20 **R125 al 85%:** Se cargaron aproximadamente 3,55 kg en el colector de líquido. Se obtuvieron 4 puntos de datos entre las temperaturas de evaporación medias de -31°C y -25°C respectivamente. A una temperatura de evaporación media de -26°C la válvula de expansión estaba completamente abierta.

25 **R125 al 85% (R600a):** Se cargaron aproximadamente 3,56 kg en el colector de líquido. Se obtuvieron 5 puntos de datos entre las temperaturas de evaporación medias de -44,5°C y -28°C.

20 **R407C:** Se cargaron aproximadamente 3,59 kg en el colector de líquido. Se obtuvieron 5 puntos de datos entre las temperaturas de evaporación medias de -32°C y -20°C.

25 **R125 al 70%:** Se cargaron aproximadamente 3,5 kg en el colector de líquido. Se obtuvieron 5 puntos de datos entre las temperaturas de evaporación medias de -32°C y -21°C.

25 **R404A:** Se cargaron aproximadamente 3,51 kg en el colector de líquido. Se obtuvieron 5 puntos de datos entre las temperaturas de evaporación medias de -33°C y -25°C.

Resultados

Los resultados obtenidos se resumen en las tablas 3-8. Temp ev. media = temperatura de evaporación media; Aire en condensador: temperatura del aire en la habitación que se pasa sobre el condensador enfriado por aire, medida justo antes de que el aire pase sobre el condensador; Pres = Presión.

30 Comentarios y discusión sobre los resultados experimentales

35 La gráfica 1 muestra una comparación de las capacidades a una temperatura de evaporación media de -30°C, comparadas con R404A. Esta temperatura de evaporación se considera que es bastante típica de donde se esperaría que funcionara un refrigerante de baja temperatura. Puede verse que R125 al 85% y R125 al 85% (R600a) tienen una capacidad relativa ligeramente mejor que R404A, mientras que los otros refrigerantes probados son peores. R22 y R125 al 75% son los siguientes mejores. A esta temperatura R407C es el peor, pero mejora relativamente al aumentar la temperatura de evaporación media. En general, hay una mejora en la capacidad de enfriamiento al aumentar el contenido de R125.

40 La gráfica 2 muestra los resultados del COP obtenidos. Se muestra que R125 al 85% y R125 al 85% (R600a) dan la mejor eficacia a -30°C y son los únicos refrigerantes mejores que R404A.

45 Las gráficas 3 y 4 muestran la capacidad y el COP para cualquier refrigerante dado con respecto a R22. Estas muestran de nuevo la similitud de R125 al 85% y R125 al 85% (R600a) con R404A, los cuales están todos 5-10% por encima de R22.

45 Por lo tanto, las formulaciones preferidas son R125 al 85% y R125 al 85% (R600a). Suponiendo que el n-butano y el isobutano tienen el mismo PCG que el metano (21). Este es 22% menor que el de R404A y 23% menor que el de R507.

50 Las composiciones preferidas son R125 al 85% en p/p, R134a al 11,5% en p/p y butano o isobutano al 3,5% en p/p. Estos tienen una relación de presión de vapor-temperatura muy próxima a la de R404A. Por ejemplo, a -30°C el R404A líquido tiene una presión de vapor de 0,209 MPa (30,3 psia) y las composiciones preferidas tienen una presión de vapor por encima del líquido de 0,218 MPa (31,6 psi) para el butano y 0,223 MPa (32,3 psia) para el isobutano, es decir solo 4-6% mayor.

Tabla 1. Detalles de los refrigerantes de ensayo

Descripción	Composición
R125 al 70% (Referencia)	R125/134a/600 (70,0/26,5/3,5)
R125 al 75% (Referencia)	R125/134a/600 (75,0/21,5/3,5)
R125 al 85%	R125/134a/600 (85,0/11,5/3,5)
R125 al 85% (R600a)	R125/134a/600a (85,0/11,5/3,5)
R407C	R32/125/134a (23,0/24,0/52,0)
R404A	R125/143a/134a (44,1/51,9/4,0)

Tabla 2. Resultados de las mediciones de SVP experimentales y el deslizamiento con REFPROP6

Descripción	Ecuación de SVP (véase la nota 1)	Ecuación de deslizamiento (véase la nota 2)
R125 al 70% (Referencia)	$y = -2357,53678x + 13,02249$	$y = -0,02391x + 3,22225$ $R^2 = 0,99786$
R125 al 75% (Referencia)	$y = -2318,71536x + 12,93301$ $R^2 = 1,00000$	$y = -0,02122x + 2,84478$ $R^2 = 0,99704$
R125 al 85%	$y = -2318,35322x + 12,98687$ $R^2 = 0,99998$	$y = -0,01305x + 1,85013$ $R^2 = 0,99456$
R125 al 85% (R600a)	$y = -2307,282362x + 12,964359$ $R^2 = 0,999973$	$y = -0,0157x + 1,7337$ $R^2 = 0,998$
R407C (3)	$y = -2422,08237x + 13,27060$	$y = -0,000118x^2 - 0,027343x + 6,128020$ $R^2 = 0,998575$
R404A	$y = -2367,62611 x + 13,14935$ $R^2 = 0,99994$	$y = -0,005014x + 0,547125$ $R^2 = 0,995941$
R22	(véase la nota 4)	No aplicable

5 Notas:

(1) En esta ecuación $x=1/T$, en la que T es el punto de burbuja en Kelvin: $y = \ln(p)$, en la que p es la presión de vapor saturada en psia

(2) En esta ecuación $x = t$, en la que t es la temperatura del líquido (punto de burbuja) en grados C e $y =$ deslizamiento en °C a la temperatura del punto de burbuja.

10 (3) Los datos usados eran del programa Refprop, pero estaban de acuerdo con el libro de referencia de Ashrae y con ICI.

(4) Las presiones de vapor para R22 se obtuvieron del libro de referencia de Ashrae por interpolación.

Tabla 3 R22 CONDENSACIÓN A 40°C EN CALORÍMETRO DE BT

Temp Ev. media	Temp de descarga	Aire en condensador	Pres de descarga absoluta (MPa)	Temp de condensación	Pres de entrada del evaporador (MPa)	Temp evap. BURBUJA	Temp evap. ROCÍO	Potencia del compresor kW/h	Capacidad (aporte de calor kwh)	C.O.P.	sobrecaleamiento de evap.
-33,0	159,5	24,2	1,532	40,0	0,144	-33,0	-33,0	1,339	1,224	0,91	8,5
-30,2	153,1	18,9	1,545	40,3	0,163	-30,2	-30,2	1,412	1,367	0,97	8,5
-27,8	152,4	20,6	1,538	40,1	0,180	-27,8	-27,8	1,486	1,653	1,11	8,5
-27,5	156,6	24,4	1,516	39,5	0,182	-27,5	-27,5	1,482	1,704	1,15	7,7
-25,4	155,6	24,3	1,547	40,4	0,199	-25,4	-25,4	1,606	2,020	1,26	8,4
-25,0	155,2	24,2	1,538	40,1	0,205	-25,0	-25,0	1,660	2,139	1,29	8,8
-22,5	154,5	26,3	1,551	40,5	0,223	-22,5	-22,5	1,686	2,323	1,38	7,9
-20,7	150,5	24,7	1,555	40,6	0,238	-20,7	-20,7	1,729	2,526	1,46	8,1

Tabla 4 R125 al 70% (R125 69,98% / R134a 26,51% / R600 3,51%) (Referencia)

Temp Ev. media	Temp de descarga	Aire en condensador	Pres de descarga absoluta (MPa)	Temp de condensación	Pres de entrada del evaporador (MPa)	Temp evap. BURBUJA	Temp evap. ROCÍO	Potencia del compresor kW/h	Capacidad (aporte de calor kwh)	C.O.P.	sobrecaleamiento de evap.
-32,4	117,7	23,4	1,697	40,5	0,160	-34,4	-30,4	1,302	1,148	0,88	8,3
-29,6	115,6	24,8	1,690	40,3	0,180	-31,6	-27,6	1,384	1,389	1,00	7,9
-26,1	108,8	21,2	1,686	40,2	0,207	-28,1	-24,2	1,499	1,768	1,18	8,0
-23,5	108,1	23,4	1,691	40,3	0,230	-25,4	-21,6	1,589	2,046	1,29	8,2
-21,5	107,3	24,4	1,691	40,3	0,248	-23,4	-19,6	1,657	2,260	1,36	8,0

CONDENSACIÓN A 40°C EN CALORÍMETRO DE BT (ITS 7616)							
Temp Ev. media	Temp de descarga	Aire en condensador	Pres de descarga absoluta (MPa)	Temp de condensación	Pres de entrada absoluta del evaporador (MPa)	Temp evap. BURBUJA	Temp evap. ROCÍO
-30,7	115,2	25,0	1,736	40,0	0,187	-32,4	-28,9
-27,8	112,4	25,7	1,746	40,3	0,210	-29,5	-26,0
-25,0	110,9	28,1	1,733	39,9	0,234	-26,7	-23,3
-23,3	108,0	26,7	1,731	39,9	0,250	-25,0	-21,6

Tabla 5 R125 al 75% (R125 75,02% / R134a 21,48% / R600 3,50%) (Referencia)
CONDENSACIÓN A 40°C EN CALORÍMETRO DE BT (ITS 7616)

CONDENSACIÓN A 40°C EN CALORÍMETRO DE BT (ITS 7677)							
Temp Ev. media	Temp de descarga	Aire en condensador	Pres de descarga absoluta (MPa)	Temp de condensación	Pres de entrada absoluta del evaporador (MPa)	Temp evap. BURBUJA	Temp evap. ROCÍO
-31,4	109,3	20,3	1,839	40,1	0,197	-32,6	-30,3
-28,7	109,8	22,6	1,844	40,2	0,219	-29,8	-27,6
-26,6	107,2	23,1	1,823	39,7	0,238	-27,7	-25,5
-25,2	103,9	20,4	1,845	40,2	0,251	-26,3	-24,1

CONDENSACIÓN A 40°C EN CALORÍMETRO DE BT (ITS 7677)							
Temp Ev. media	Temp de descarga	Aire en condensador	Pres de descarga absoluta (MPa)	Temp de condensación	Pres de entrada absoluta del evaporador (MPa)	Temp evap. BURBUJA	Temp evap. ROCÍO
-31,4	109,3	20,3	1,839	40,1	0,197	-32,6	-30,3
-28,7	109,8	22,6	1,844	40,2	0,219	-29,8	-27,6
-26,6	107,2	23,1	1,823	39,7	0,238	-27,7	-25,5
-25,2	103,9	20,4	1,845	40,2	0,251	-26,3	-24,1

Tabla 7 R407C (R32 23,02% / R125 25,04% / R134a 51,94%)
CONDENSACIÓN A 40°C EN CALORÍMETRO DE BT (ITS 7361)

Temp Ev. media	Temp de descarga	Aire en condensador	Pres de descarga absoluta (MPa)	Temp de condensación	Pres de entrada absoluta del evaporador (MPa)	Temp evap. BURBUJA	Temp evap. ROCÍO	Potencia del compresor kW/h	Capacidad (aporte de calor kwh)	C.O.P.	sobrecalentamiento de evap.
-32,4	135,3	19,8	1,735	39,7	0,147	-35,9	-28,9	1,287	0,974	0,76	7,6
-29,4	133,8	18,9	1,738	39,7	0,167	-32,9	-26,0	1,428	1,405	0,98	7,7
-25,7	132,4	20,1	1,746	39,9	0,196	-29,1	-22,3	1,499	1,736	1,16	7,8
-23,0	130,8	20,8	1,733	39,6	0,218	-26,4	-19,6	1,650	2,190	1,33	7,6
-19,6	129,0	22,5	1,761	40,3	0,250	-22,9	-16,2	1,774	2,649	1,49	8,0

Tabla 8 R404A (R125 44% / R143a 52% / R134a 4%)
CONDENSACIÓN A 40°C EN CALORÍMETRO DE BT (ITS 7726)

Temp Ev. media	Temp de descarga	Aire en condensador	Pres de descarga absoluta (MPa)	Temp de condensación	Pres de entrada absoluta del evaporador (MPa)	Temp evap. BURBUJA	Temp evap. ROCÍO	Potencia del compresor kW/h	Capacidad (aporte de calor kwh)	C.O.P.	sobrecalentamiento de evap.
-33,0	123,4	23,7	1,831	39,7	0,182	-33,4	-32,7	1,405	1,291	0,92	8,0
-31,2	120,5	23,1	1,829	39,7	0,196	-31,5	-30,8	1,472	1,473	1,00	7,6
-29,6	118,1	22,8	1,824	39,6	0,210	-29,9	-29,2	1,522	1,624	1,07	7,7
-26,9	118,2	25,1	1,850	40,1	0,233	-27,3	-26,6	1,641	1,910	1,16	8,1
-24,7	112,6	21,4	1,865	40,5	0,254	-25,0	-24,3	1,740	2,272	1,31	8,1

Tabla 9 R125 al 85% (R600a) (R125 85% / R134a 11,45% / R600a 3,50%)

CONDENSACIÓN A 40°C EN CALORÍMETRO DE BT

CONDENSACIÓN A 40°C EN CALORÍMETRO DE BT							
Temp Ev. media	Temp de descarga	Aire en condensador	Pres de descarga absoluta (MPa)	Temp de condensación	Pres de entrada absoluta del evaporador (MPa)	Temp evap. BURBUJA	Temp evap. ROCIO
-44,5	115,4	24,5	1,765	40,2	0,014	-45,8	-43,3
-39,9	116,6	24,6	1,756	40,0	0,040	-41,1	-38,7
-36,2	114,2	21,8	1,753	39,9	0,064	-37,3	-35,0
-31,8	107,4	19,1	1,735	39,5	0,097	-32,9	-30,7
-28,0	106,5	20,8	1,751	39,9	0,130	-29,1	-26,9
-24,0	101,8	19,7	1,748	39,8	0,168	-25,0	-22,9

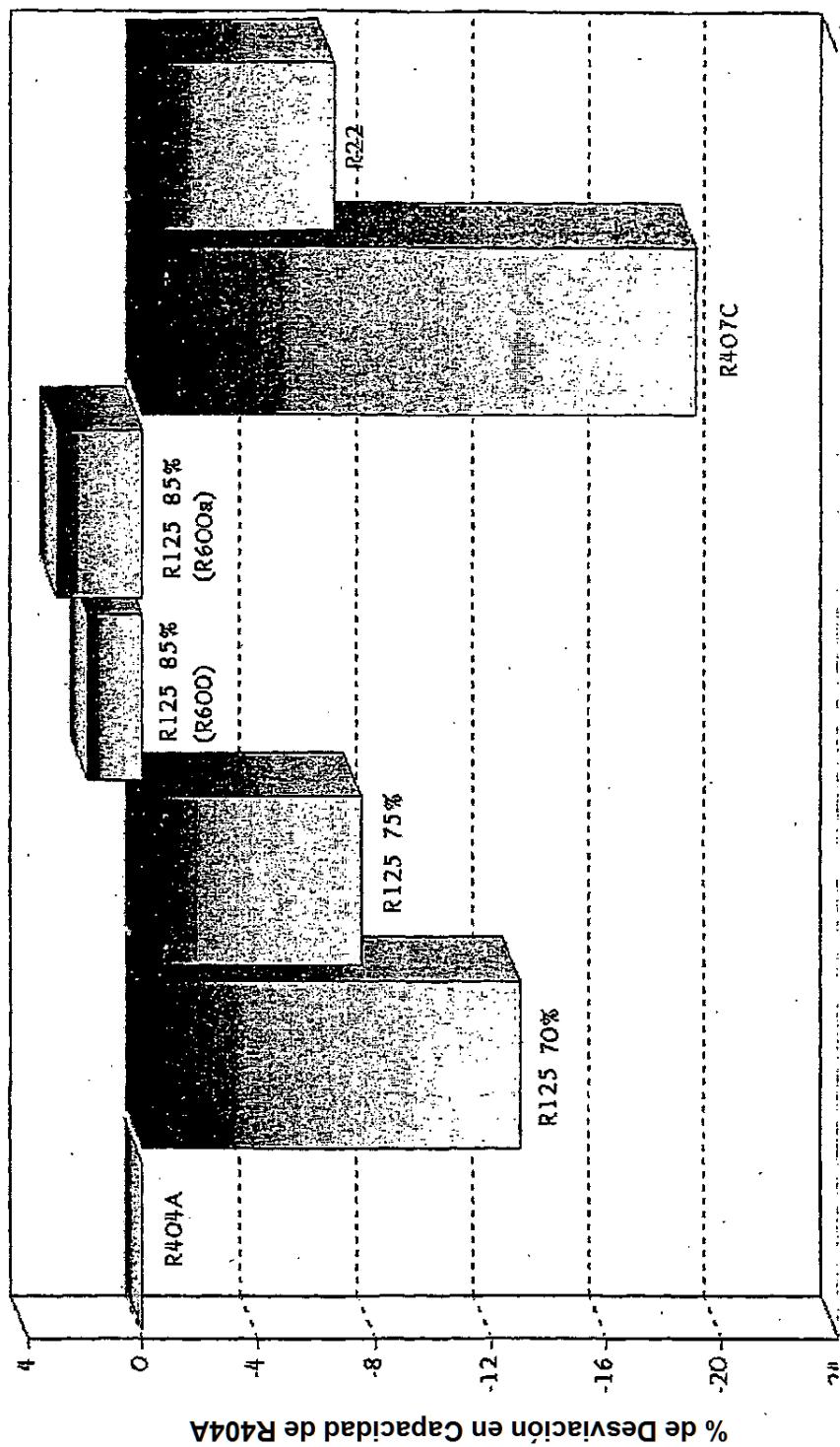
C.O.P. sobrecalefamiento de evap.

REIVINDICACIONES

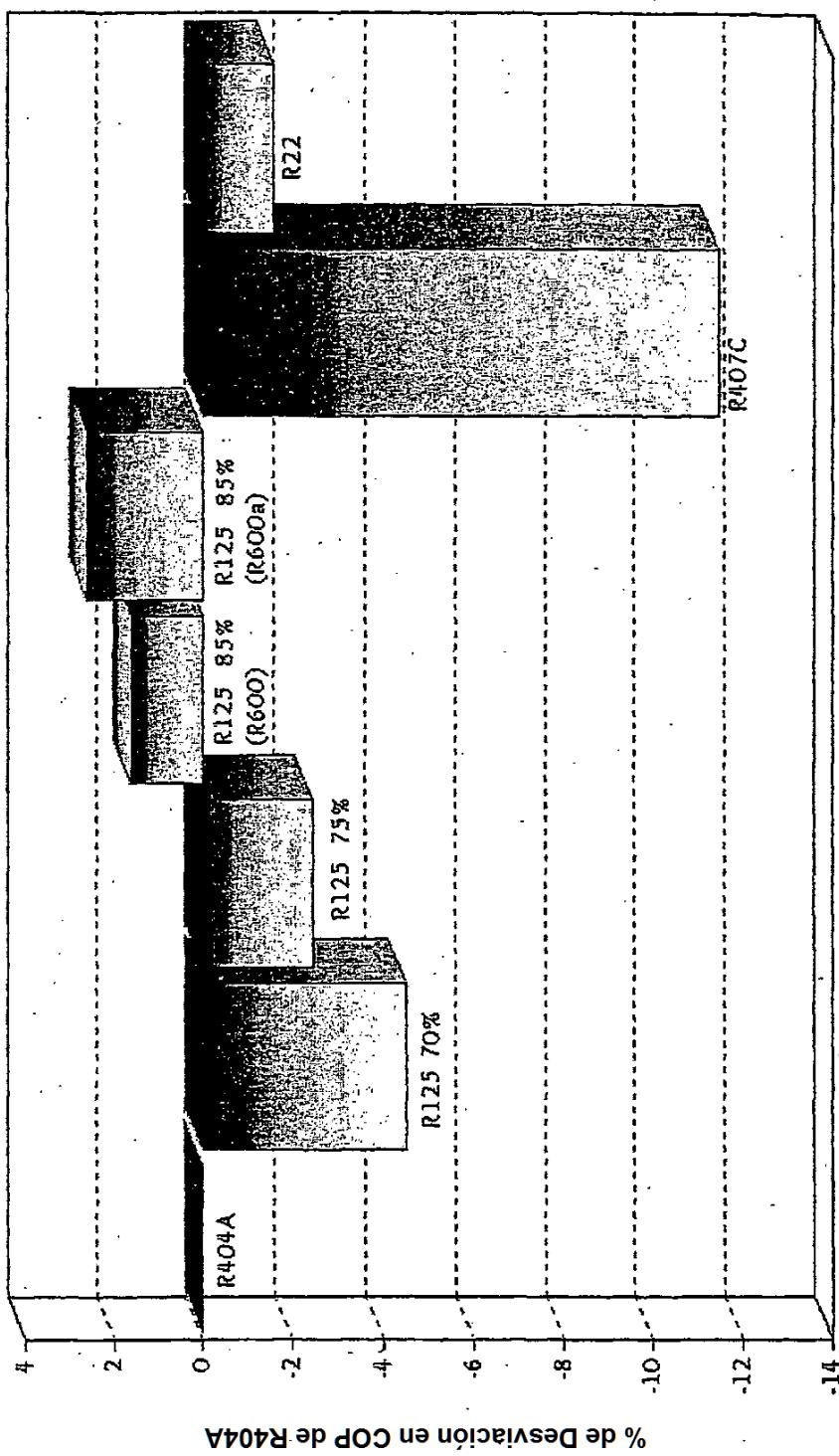
- 1.- Una composición refrigerante que comprende:
- (a) pentafluoroetano, trifluorometoxidifluorometano o hexafluorociclopropano, o una mezcla de dos o más de los mismos, en una cantidad de 83% a 90% en peso basado en el peso de la composición,
- 5 (b) 1,1,1,2- o 1,1,2,2-tetrafluoroetano, trifluorometoxipentafluoroetano, o una mezcla de dos o más de los mismos, en una cantidad de 7,5 a 15% en peso basado en el peso de la composición y
- (c) un hidrocarburo saturado o etilénicamente insaturado, que contiene opcionalmente uno o más átomos de oxígeno, con un punto de ebullición de -50°C a +35°C, o una mezcla de los mismos, en una cantidad de 1 % a 4% en peso basado en el peso de la composición, siendo la relación en peso de componente (a):componente (b) al menos 3:1.
- 10 2.- Una composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el componente (c) está presente en una cantidad de 3 a 4% en peso basado en el peso de la composición.
- 3.- Una composición de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el componente (c) está presente en una cantidad de aproximadamente 3,5% en peso basado en el peso de la composición.
- 15 4.- Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el componente (c) es uno o más de propano, n-butano, isobutano, ciclobutano, ciclopropano, metilciclopropano, pentano, isobutano, éter dimetílico, éter de etilo y metilo, propeno y oxetano.
- 5.- Una composición de acuerdo con la reivindicación 4, en la que el componente (c) es n-butano y/o isobutano.
- 20 6.- Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que (a) es pentafluoroetano.
- 7.- Una composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el componente (a) está presente en una cantidad de 83 a 88% en peso basado en el peso de la composición.
- 8.- Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el componente (b) es 1,1,1,2-tetrafluoroetano.
- 25 9.- Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el componente (b) está presente en una cantidad de 10 a 15% en peso basado en el peso de la composición.
- 10.- Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la relación en peso de componente (a):componente (b) es de 5:1 a 10:1.
- 11.- Una composición de acuerdo con la reivindicación 11, en la que dicha relación en peso es de 7:1 a 9:1.
- 30 12.- Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un componente adicional.
- 13.- Una composición de acuerdo con la reivindicación 12, en la que el componente adicional es un hidrofluorocarbono.
- 35 14.- Una composición de acuerdo con la reivindicación 13, en la que el hidrofluorocarbono tiene un punto de ebullición a presión atmosférica como máximo de -40°C.
- 15.- Una composición de acuerdo con la reivindicación 13 ó 14, en la que la relación de F/H en el hidrofluorocarbono es al menos 1.
- 16.- Una composición de acuerdo con la reivindicación 15, en la que el hidrofluorocarbono es difluorometano o trifluorometano.
- 40 17.- Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, en la que el componente adicional está presente en una cantidad que no supera 5% en peso basado en el peso de (a), (b) y (c).
- 18.- Una composición de acuerdo con la reivindicación 17, en la que el componente adicional está presente en una cantidad que no supera 2% en peso basado en el peso de (a), (b) y (c).
- 45 19.- Uso de una composición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, como refrigerante en un aparato de refrigeración.
- 20.- El procedimiento para producir refrigeración que comprende condensar una composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18 y después evaporar la composición en la proximidad de un cuerpo que se va a enfriar.
- 21.- Un aparato de refrigeración que contiene como refrigerante, una composición según una cualquiera de las

reivindicaciones 1 a 18.

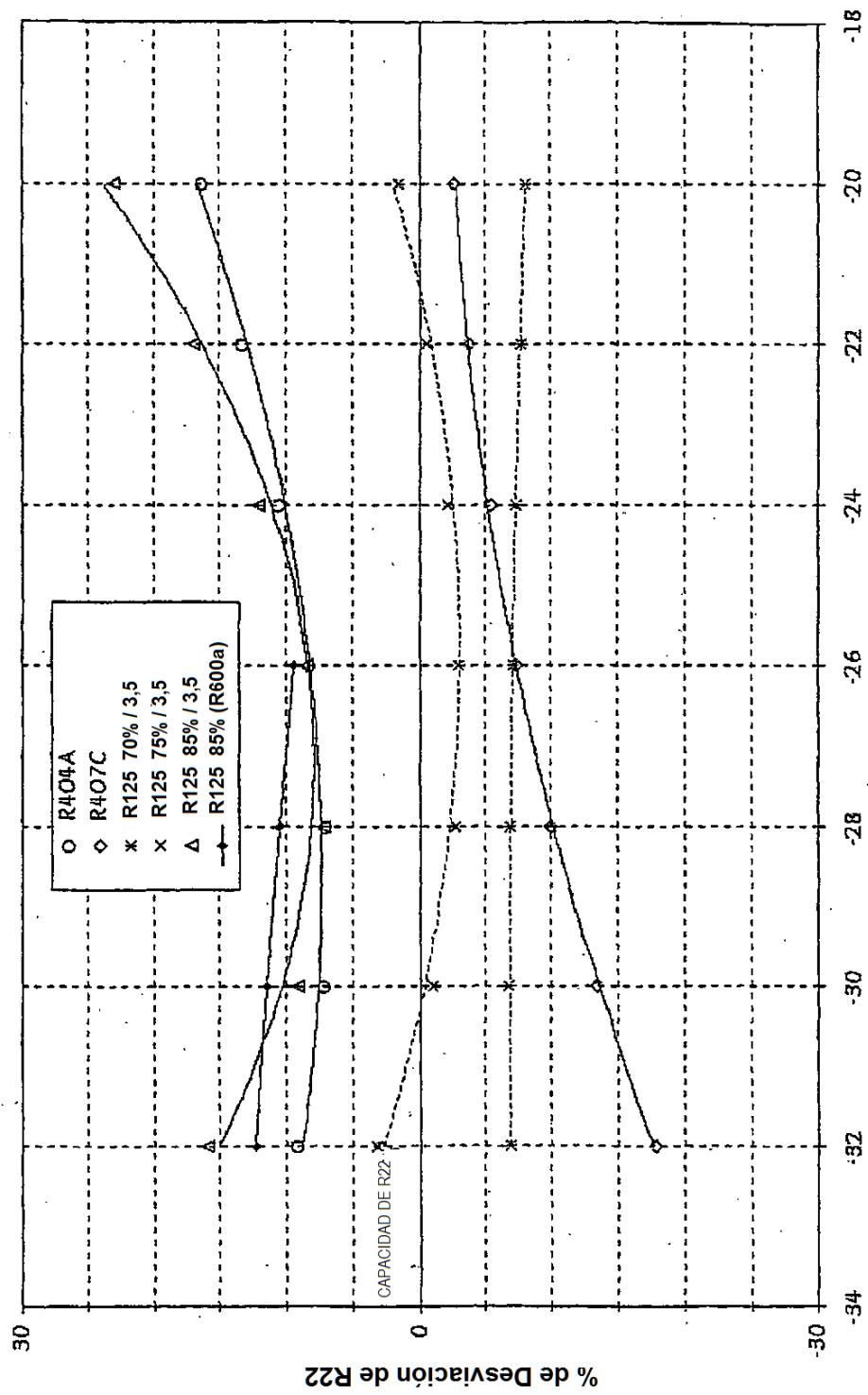
Gráfica 1. PORCENTAJE DE DESVIACIÓN EN LA CAPACIDAD DE R404A PARA R22, R407C Y LAS MEZCLAS CON ALTO CONTENIDO DE R125 BASADO EN UNA TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN MEDIA DE -30°C



Gráfica 2. PORCENTAJE DE DESVIACIÓN EN COP DE R404A PARA R22, R407C Y LAS MEZCLAS CON ALTO CONTENIDO DE R125 BASADO EN UNA TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN MEDIA DE -30°C



Gráfica 3. PORCENTAJE DE DESVIACIÓN EN LA CAPACIDAD DE R22 PARA R404A, R407C Y LAS MEZCLAS CON ALTO CONTENIDO DE R125 BASADO EN LA TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN MEDIA



Gráfica 4. PORCENTAJE DE DESVIACIÓN EN COP DE R22 PARA R404A, R407C Y LAS MEZCLAS CON ALTO CONTENIDO DE R125 BASADO EN LA TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN MEDIA

