

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 916**

51 Int. Cl.:

**C09K 5/04**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.05.2015 PCT/US2015/029131**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2015 WO15171538**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2015 E 15789817 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019 EP 3140362**

54 Título: **Composiciones de transferencia de calor con bajo GWP**

30 Prioridad:

**05.05.2014 US 201461988363 P  
04.05.2015 US 201514703128**

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

**24.03.2020**

73 Titular/es:

**HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (100.0%)  
101 Columbia Road, P. O. Box 2245,  
Morristown, New Jersey 07962-2245 , US**

72 Inventor/es:

**YANA MOTTA, SAMUEL F.;  
POTTKER, GUSTAVO y  
SPATZ, MARK, W.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 749 916 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 de transferencia de calor con bajo GWP

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a composiciones y al uso de estas composiciones en sistemas que utilizan normalmente el refrigerante R-404A para aplicaciones de calentamiento y/o refrigeración (enfriamiento).

Antecedentes

10 Los fluidos a base de fluorocarbonos han demostrado ser de uso generalizado en muchas aplicaciones comerciales e industriales, incluso como fluido de trabajo en sistemas tales como aire acondicionado, bomba de calor y sistemas de refrigeración, entre otros usos como propelentes de aerosoles, como agentes de soplado y como dieléctricos gaseosos.

15 Los fluidos de transferencia de calor, para que sean comercialmente viables, deben cumplir determinadas combinaciones muy específicas y, en determinados casos, muy estrictas propiedades físicas, químicas y económicas. Además, existen muchos tipos distintos de sistemas de transferencia de calor y equipamiento de transferencia de calor y, en muchos casos, es importante que el fluido de transferencia de calor usado en tales sistemas posea una combinación particular de propiedades que coincidan con las necesidades del sistema individual. Por ejemplo, los sistemas a base del ciclo de compresión de vapor implican el cambio de fase del refrigerante de la fase líquida a la fase de vapor mediante una absorción de calor a una presión relativamente baja y la compresión del vapor a una presión relativamente elevada, condensando el vapor a la fase líquida mediante eliminación de calor a esta presión y temperatura relativamente elevadas y, a continuación, reduciendo la presión para iniciar el ciclo de nuevo.

20 Determinados fluorocarbonos, por ejemplo, han sido un componente preferente en muchos fluidos de intercambio de calor, tales como refrigerantes, durante muchos años en muchas aplicaciones. Los fluoroalcanos, tales como clorofluorometanos y clorofluoroetanos han ganado popularidad como refrigerantes en aplicaciones que incluyen acondicionamiento del aire y aplicaciones en bombas de calor, dada su combinación única de propiedades químicas y físicas, tales como capacidad de calor, inflamabilidad, estabilidad en condiciones de trabajo, y miscibilidad con el lubricante (si lo hay) usado en el sistema. Además, muchos de los refrigerantes utilizados habitualmente en sistemas de compresión de vapor son fluidos de un solo componente o mezclas zeotrópicas, azeotrópicas.

25 En los últimos años, ha aumentado la preocupación sobre el daño potencial a la atmósfera y clima de la Tierra, y en este respecto se han identificado determinados compuestos a base de cloro como particularmente problemáticos. El uso de composiciones que contienen cloro (tales como clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y similares) como refrigerantes en sistemas de refrigeración y de acondicionamiento de aire, se ha visto desfavorecido debido a las propiedades de agotamiento del ozono asociadas con muchos de tales compuestos. De este modo, ha habido una necesidad creciente de nuevos compuestos de fluorocarbonos e hidrofluorocarbonos que ofrezcan alternativas para aplicaciones en refrigeración y bomba de calor. A modo de ejemplo, en determinados aspectos, se ha vuelto deseable modernizar sistemas de refrigeración que contienen cloro sustituyendo refrigerantes que contienen cloro por compuestos refrigerantes que no contienen cloro que no agotarán la capa de ozono, tales como hidrofluorocarbonos (HCF).

30 Otra preocupación que rodea muchos de los refrigerantes existentes es la tendencia de muchos tales productos de provocar calentamiento global. Esta característica se mide habitualmente como el potencial de calentamiento global (GWP). El GWP de un compuesto es una medida de la contribución potencial al efecto invernadero del producto químico frente a una molécula de referencia conocida, a saber, CO<sub>2</sub> que tiene un GWP = 1. Por ejemplo, los siguientes refrigerantes conocidos poseen los siguientes Potenciales de Calentamiento Global:

REFRIGERANTE	GWP (IPCC AR5)
R410A	2088
R-507	3985
R404A	3943
R407C	1774

35 A pesar de que cada uno de los anteriormente enumerados refrigerantes ha demostrado ser eficaz en muchos aspectos, estos materiales se están volviendo cada vez menos preferentes puesto que es frecuentemente

indeseable usar materiales que tienen GWP relativamente alto. Existe, por lo tanto, la necesidad de sustitutos para estos y otros refrigerantes existentes que tienen GWP indeseable.

5 De este modo, ha habido una necesidad en aumento de nuevos compuestos y composiciones de fluorocarbonos e hidrofluorocarbonos que sean alternativas atractivas para las composiciones usadas hasta ahora en estas y en otras aplicaciones. Por ejemplo, se ha vuelto deseable modernizar determinados sistemas, incluyendo sistemas de refrigeración que contienen cloro y determinados que contienen HFC sustituyendo los refrigerantes existentes por composiciones refrigerantes que no agotarán la capa de ozono, no provocarán niveles indeseados de calentamiento global y, al mismo tiempo, cumplirán con todos los otros estrictos requisitos de tales sistemas para los materiales usados como el material de transferencia de calor.

10 Haciendo referencia a las propiedades de rendimiento, los presentes solicitantes han llegado a comprender que cualquier sustituto potencial de refrigerante también debe poseer aquellas propiedades presentes en muchos de los fluidos más ampliamente usados, tales como excelentes propiedades de transferencia de calor, estabilidad química, baja o ninguna toxicidad, inflamabilidad baja o nula y/o compatibilidad con lubricantes, entre otras.

15 Con respecto a la eficiencia en el uso, es importante señalar que una pérdida en el rendimiento termodinámico del refrigerante o en la eficiencia energética puede tener impactos medioambientales secundarios a través de un mayor uso de combustibles fósiles que surge de una mayor demanda de energía eléctrica.

Además, generalmente se considera deseable que los sustitutos de los refrigerantes sean eficaces sin cambios de ingeniería importantes con respecto a la tecnología de compresión de vapor convencional usada actualmente con refrigerantes existentes, tales como refrigerantes que contienen CFC.

20 La inflamabilidad es otra propiedad importante para muchas aplicaciones. Es decir, se considera importante o esencial en muchas aplicaciones, incluyendo particularmente en aplicaciones de transferencia de calor, usar composiciones que no sean inflamables o de inflamabilidad relativamente baja. Tal como se usa en el presente documento, la expresión "no inflamable" se refiere a compuestos o composiciones que se determinan que no son inflamables según se determina de acuerdo con el estándar de ASTM E-681, con fecha 2002. Desafortunadamente, muchos HFC que podrían ser de otro modo deseables para su uso en composiciones refrigerantes son altamente inflamables. Por ejemplo, el fluoroalcano difluoroetano (HFC-152a) es inflamable y, por lo tanto, no es viable para su uso por sí solo en muchas aplicaciones.

25 De este modo, los solicitantes han llegado a comprender la necesidad de composiciones que sean potencialmente útiles en numerosas aplicaciones, incluyendo sistemas y métodos de calentamiento y enfriamiento de compresión de vapor, al mismo tiempo que se evita una o más de las desventajas enumeradas anteriormente.

30 El documento EP2149592A2 describe composiciones que comprenden olefinas multifluoradas y HFC-32, para su uso en equipamiento fijo de refrigeración y de aire acondicionado.

35 La publicación internacional WO2013146683 describe composiciones refrigerantes que tienen un potencial de calentamiento global (GPW) de 500 o inferior que comprenden difluorometano y/o tetrafluoropropeno, dióxido de carbono y/o un hidrocarburo que tiene de 3 a 4 átomos de carbono; y un aceite de maquinaria refrigerante que comprende al menos uno de un éster de poliol, un éter de polivinilo y un polialquilenglicol.

### Compendio

La presente invención se refiere a una composición que comprende (a) 21,5 % en peso de HFC-32; (b) 75,5 % en peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno; y (c) 3 % en peso de CO<sub>2</sub>.

40 La composición de la presente solicitud puede utilizarse como sustitución de R-404A.

45 La composición de la presente invención puede utilizarse en sistemas de aire acondicionado de automóviles, sistemas de aire acondicionado residenciales, sistemas de aire acondicionado comerciales, sistemas de refrigeración residenciales, sistemas de congelación residenciales, sistemas de refrigeración comerciales, sistemas de congelación comerciales, sistemas de aire acondicionado enfriadores, sistemas de refrigeración enfriadores, sistemas de refrigeración de transporte, sistemas de bomba de calor, y combinaciones de dos o más de estos. En determinados aspectos no limitante, la composición de la presente invención puede utilizarse como sustitución de R-404A en sistemas de refrigeración de baja y media temperatura. En determinados aspectos, tales sistemas pueden utilizarse para el almacenamiento de bienes congelados o refrigerados, tales como refrigeradores o congeladores independientes o "enchufables" o refrigeradores o congeladores "de alcance". Ejemplos no limitantes de tales sistemas incluyen aquellos utilizados normalmente para interiores o exteriores en lugares tales como restaurantes, tiendas multiservicio, gasolineras, tiendas de comestibles y similares.

50 Realizaciones, uso y ventajas adicionales resultarán fácilmente aparentes para el experto en la técnica basándose en la descripción que se proporciona en el presente documento.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 proporciona una ilustración gráfica de capacidad y eficacia (COP) prevista frente a medida (experimental) en sistemas que tienen cantidades en aumento de CO2 entre 0 % y 9 %.

5 La Figura 2 proporciona una ilustración gráfica de los resultados del consumo de energía experimental frente a la cantidad de CO2 en la mezcla.

La Figura 3 proporciona una ilustración gráfica de la presión de descarga del compresor prevista frente a medida (experimental) frente a la cantidad de CO2 en la mezcla.

La Figura 4 proporciona una ilustración gráfica de la temperatura de descarga del compresor frente a la cantidad de CO2 en la mezcla.

10 Descripción detallada de realizaciones preferentes

R-404A se usa comúnmente en sistemas de refrigeración, en particular, sistemas de refrigeración de baja y media temperatura tales como los que se definen a continuación. Tiene un potencial de calentamiento global (GWP) de 3943 que es mucho superior al deseado o requerido. Los solicitantes han hallado que la composición de la presente invención cumple de un modo excepcional e inesperado la necesidad de una nueva composición para tales aplicaciones, en particular, mediante sistemas no exclusivamente de refrigeración, que tienen un rendimiento mejorado con respecto al impacto medioambiental mientras que al mismo tiempo proporcionan otras características de rendimiento importantes, tales como capacidad, eficiencia, temperatura de descarga, presión de descarga, consumo de energía, inflamabilidad y/o toxicidad. En realizaciones preferentes, la presente composición se proporciona como alternativa y/o sustitución de refrigerantes que se usan actualmente en tales aplicaciones, en particular y preferentemente R-404A, que, a la vez, tiene un valor de GWP inferiores y que tiene una gran coincidencia en la capacidad de calentamiento y enfriamiento con respecto a R-404A en tales sistemas.

Composiciones de transferencia de calor

25 La composición de la presente invención es, en general, adaptable para su uso en aplicaciones de transferencia de calor, es decir, como un medio de calentamiento y/o enfriamiento, pero está particularmente bien adaptada para su uso, tal como se ha mencionado anteriormente, en sistemas de refrigeración (en particular, aunque no exclusivamente, sistemas de refrigeración de baja y media temperatura) que han utilizado, hasta el momento, R-404A.

30 En particular, y como se ha demostrado en el presente documento, los solicitantes han hallado de forma sorprendente e inesperada que la composición muestra una capacidad, eficiencia, presión de descarga, temperatura de descarga y/o consumo de energía mejorados en comparación con R-404A en tales sistemas y en las mismas condiciones.

35 Los solicitantes han hallado que la inclusión de CO2 en la composición de la presente invención da como resultado una mejora sorprendente e inesperada en el uso de tal composición con sistemas de refrigeración de baja y media temperatura en comparación con R-404A y/o composiciones que carecen de CO2. En particular, los datos del presente documento demuestran una mejora empírica sorprendente e inesperada en una o más de las siguientes propiedades, en comparación con valores previstos utilizando cálculos termodinámicos: capacidad, eficiencia, presión de descarga, temperatura de descarga, consumo de energía y combinaciones de los mismos.

40 Los solicitantes también han hallado que la composición de la presente invención es capaz de conseguir un GWP bajo. A modo de ejemplo no limitante, la siguiente Tabla 1 ilustra la sustancial superioridad de GWP de determinadas composiciones, que se describen en paréntesis en términos de fracción en peso de cada componente, en comparación con el GWP de R-404A que tiene un GWP de 3943.

TABLA 1

Cantidad de CO2 (%)	Composición	Nombre	GWP (valores AR5)	GWP (% de R404A)
-	R125/R143a/R134a (0,44/0,52/0,04)	R404A (valor basal)	3943	100%
0%	R32/R1234yf (0,215/0,785)	A0	146	4%
3%	R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,755/0,03)	A1	146	4%

## ES 2 749 916 T3

Cantidad de CO2 (%)	Composición	Nombre	GWP (valores AR5)	GWP (% de R404A)
6%	R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,725/0,06)	A2	146	4%
9%	R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,695/0,09)	A3	146	4%

### Métodos y sistemas de transferencia de calor

5 La presente composición es adaptable para su uso en conexión con una amplia variedad de sistemas de transferencia de calor en general y sistemas de refrigeración en particular, tales como sistemas de aire acondicionado, de refrigeración, de bomba de calor y similares. En general, tales sistemas de refrigeración contemplados de acuerdo con la presente invención incluyen, aunque no de forma limitante, sistemas de aire acondicionado de automóviles, sistemas de aire acondicionado residenciales, sistemas de aire acondicionado comerciales, sistemas de refrigeración residenciales, sistemas de congelación residenciales, sistemas de refrigeración comerciales, sistemas de refrigeración pequeños, sistemas de congelación comerciales, refrigeración de transporte, sistemas de aire acondicionado enfriadores, sistemas de refrigeración enfriadores, sistemas de bomba de calor y combinaciones de dos o más de estos.

10 La composición de la presente invención se puede utilizar en sistemas de refrigeración diseñados originalmente para su uso con un refrigerante de HFC, tal como, por ejemplo, R-404A. Tales sistemas de refrigeración pueden incluir, aunque no están limitados a, sistemas de refrigeración de baja y media temperatura, en particular, sistemas de refrigeración de compresión de vapor. En determinados aspectos, tales sistemas pueden utilizarse para el almacenamiento de bienes congelados o refrigerados, tales como refrigeradores o congeladores independientes, "enchufables" o herméticos o refrigeradores o congeladores "de alcance". Ejemplos no limitantes de tales sistemas incluyen aquellos utilizados normalmente para interiores o exteriores en lugares tales como restaurantes, tiendas multiservicio, gasolineras, tiendas de comestibles y similares.

15 La composición de la presente invención tiende a mostrar muchas de las características deseables de R-404A pero tiene un GWP que es sustancialmente inferior al de R-404A mientras que al mismo tiempo tiene una capacidad, eficiencia, consumo de energía, temperatura de descarga y/o presión de descarga que es sustancialmente similar a o coincide sustancialmente y es, preferentemente, igual de elevada o superior a R-404A.

20 Un sistema de refrigeración de baja temperatura se utiliza en el presente documento para referirse a un sistema de refrigeración que utiliza uno o más compresores y funciona según o dentro de las siguientes condiciones:

- 25 a. Temperatura del condensador desde aproximadamente 20 °C hasta aproximadamente 50 °C, en determinados aspectos preferentes desde aproximadamente 25 °C hasta aproximadamente 45 °C;
- 30 b. Temperatura del evaporador desde aproximadamente -45 °C hasta aproximadamente o inferior a aproximadamente -10 °C, en determinados aspectos preferentes desde aproximadamente -40 °C hasta aproximadamente -25 °C, con una temperatura de evaporador preferentemente de aproximadamente -32 °C;
- 35 c. Grado de recalentamiento en la salida del evaporador desde aproximadamente 0 °C hasta aproximadamente 10 °C, con un grado de recalentamiento en la salida del evaporador de desde aproximadamente 1 °C hasta aproximadamente 6 °C;
- 40 d. Sistema con un grado de recalentamiento en la línea de aspiración de desde aproximadamente 15 °C hasta aproximadamente 40 °C, con un grado de recalentamiento en la línea de aspiración de desde aproximadamente 20 °C hasta aproximadamente 30 °C. El recalentamiento a lo largo de la línea de aspiración también puede (o de modo alternativo generarse por un intercambiador de calor entre la línea de líquido (línea refrigerante entre el condensador y el dispositivo de expansión) y la línea de aspiración (línea refrigerante entre el compresor y el evaporador), normalmente conocido como el intercambiador de calor de línea de aspiración/línea de líquido, para mejorar el rendimiento del sistema. El intercambiador de calor de línea de aspiración/línea de líquido proporciona un grado sustancial de subenfriamiento en la entrada del dispositivo de expansión y un grado de recalentamiento en la entrada del compresor.

45 Un sistema de refrigeración de media temperatura se utiliza en el presente documento para referirse a un sistema de refrigeración que utiliza uno o más compresores y funciona según o dentro de las siguientes condiciones:

- a. Temperatura del condensador desde aproximadamente 20 °C hasta aproximadamente 60 °C, en determinados aspectos preferentes desde 25 °C hasta 45 °C;

b. Temperatura del evaporador desde aproximadamente -25 °C hasta aproximadamente o inferior a aproximadamente 0 °C, en determinados aspectos preferentes desde aproximadamente -20 °C hasta aproximadamente -5 °C, con una temperatura de evaporador de aproximadamente -10 °C;

5 c. Grado de recalentamiento en la salida del evaporador desde aproximadamente 0 °C hasta aproximadamente 10 °C, con un grado de recalentamiento en la salida del evaporador de desde aproximadamente 1 °C hasta aproximadamente 6 °C; y

10 d. Sistema con un grado de recalentamiento en la línea de aspiración de desde aproximadamente 5 °C hasta aproximadamente 40 °C, con un grado de recalentamiento en la línea de aspiración preferentemente de desde aproximadamente 15 °C hasta aproximadamente 30 °C. El recalentamiento a lo largo de la línea de aspiración también se puede generar por un intercambiador de calor como se describe en el elemento 3).

15 Los ejemplos de tales sistemas de refrigeración se proporcionan en los Ejemplos 1-3 a continuación. Para tal fin, tales sistemas pueden incluir aplicaciones de refrigeración de baja temperatura (Ejemplos 1 y 2), incluidos congeladores o sistemas comerciales que pueden utilizarse para el almacenamiento y mantenimiento de bienes congelados. También pueden incluir aplicaciones comerciales de media temperatura (Ejemplo 3), tales como refrigeradores comerciales, incluidos sistemas para el almacenamiento de bienes frescos. Los ejemplos a continuación proporcionan condiciones y parámetros típicos que se utilizan para tales aplicaciones. Estas condiciones, sin embargo, no se consideran limitantes para la invención, ya que un experto en la técnica apreciará que se pueden variar basándose en uno o más de un sinfín de factores, incluidos aunque no limitados a, condiciones ambientales, aplicación prevista, época del año y similares.

20 Tal como se usa en el presente documento la expresión "sistema de refrigeración" se refiere, en general, a cualquier sistema o aparato, o cualquier parte o porción de tal sistema o aparato, que emplea un refrigerante para proporcionar calentamiento o enfriamiento. Tales sistemas de refrigeración de aire, por ejemplo, acondicionadores de aire, refrigeradores eléctricos, congeladores o cualquiera de los sistemas identificados en el presente documento o, de otro modo, conocidos en la técnica.

### Ejemplos

Los siguientes ejemplos se proporcionan con el fin de ilustrar la presente invención sin limitar del alcance de la misma.

#### **EJEMPLO 1: Aplicación de refrigeración de baja temperatura - Rendimiento**

30 Debido a determinadas características de los sistemas de refrigeración, incluidos, en particular, los sistemas de refrigeración de baja temperatura que contienen o están diseñados para contener refrigerante R404A, resulta importante en determinadas realizaciones que tales sistemas sean capaces de mostrar parámetros de rendimiento adecuados del sistema con respecto a R404A. Tales parámetros de funcionamiento incluyen:

- 35 • Capacidad de al menos el 90 %, e incluso más preferentemente superior al 95 % de la capacidad del sistema que funciona con R404A. Este parámetro permite el uso de compresores existentes y componentes diseñados para R404A.
- Eficiencia igual o mejor que R404A lo cual lleva a ahorros energéticos con la nueva mezcla.
- Consumo de energía igual o inferior

40 Este ejemplo ilustra el COP y capacidad de rendimiento de composiciones etiquetadas A0 - A3 cuando se utilizan como sustitución de R404A en un sistema de refrigeración de baja temperatura. El coeficiente de rendimiento (COP) es una medida universalmente aceptada del rendimiento del refrigerante, especialmente útil en la representación de la eficiencia termodinámica relativa de un refrigerante en un ciclo de enfriamiento específico que implica evaporación o condensación del refrigerante. En la ingeniería de refrigeración, este término expresa la relación de refrigeración útil con respecto a la energía aplicada por el compresor en la compresión del vapor y por los ventiladores (cuando sea de aplicación). La capacidad de un refrigerante representa la cantidad de enfriamiento o calentamiento que proporciona, y proporciona alguna medición de la capacidad de un compresor de bombear cantidades de calor para un caudal volumétrico dado de refrigerante. En otras palabras, dado un compresor específico, un refrigerante con una capacidad superior proporcionará más potencia de enfriamiento. Un medio para estimar el COP de un refrigerante en condiciones de funcionamiento específicas es a partir de las propiedades termodinámicas del refrigerante que utiliza técnicas de análisis del ciclo de refrigeración estándares (véase, por ejemplo, R.C. Downing, FLUOROCARBON REFRIGERANTS HANDBOOK, capítulo 3, Prentice-Hall, 1988).

55 Se evaluó un "congelador de alcance" de refrigeración de baja temperatura disponible en el mercado utilizado para la refrigeración de alimentos congelados con el refrigerante R404A de valor basal y las mezclas A0, A1, A2 a A3. En el caso de tal sistema ilustrado en este Ejemplo, la temperatura del condensador se hizo funcionar a alrededor de 34 °C, lo cual se corresponde, en general, a una temperatura de sala interior de aproximadamente 25 °C. La

temperatura de evaporación fue de aproximadamente -35 °C, lo cual se corresponde con una temperatura de producto de aproximadamente -18 °C. El grado de recalentamiento en la salida del evaporador fue de aproximadamente 5 °C. Tales sistemas de refrigeración de baja temperatura están normalmente equipados con un intercambiador de calor de línea de aspiración/línea de líquido. La cantidad de grado de subenfriamiento y recalentamiento proporcionada por el intercambiador de calor de línea de aspiración/línea de líquido depende, normalmente, de las propiedades termodinámicas del refrigerante y la generosidad de transferencia del intercambiador de calor. Una medición de la generosidad de transferencia de calor de un intercambiador de calor de línea de aspiración/línea de líquido se proporciona por su eficacia que varía del 0 % (transferencia de calor mínima) al 100 % (transferencia de calor máxima). Para este ejemplo particular, la eficacia del intercambiador de calor de línea de aspiración/línea de líquido fue de aproximadamente el 50 %. Una ganancia de temperatura de refrigerante adicional a lo largo de la línea de refrigerante entre el intercambiador de calor de línea de aspiración/línea de líquido y la entrada del compresor es normalmente de 2 °C.

Las evaluaciones del rendimiento se realizaron utilizando ensayos estandarizados tal como la norma ASHRAE 72-2005 "Method of Testing Commercial Refrigerators and Freezers" que estableció los requisitos y condiciones de funcionamiento para someter a ensayo esos sistemas. Durante estos ensayos, se miden las presiones y temperaturas de ciclo, así como el consumo de energía del compresor y los ventiladores. Estos ensayos tienen una duración de al menos 24 h, durante las cuales el sistema se somete a ciclos de ENCENDIDO y APAGADO. El sistema también experimente ciclos de descongelación.

A partir de estos ensayos, se obtuvieron dos conjuntos de resultados:

- 1) Tomando los datos para un único ciclo, se obtuvieron la capacidad promedio y el COP mediante la integración durante la duración del ciclo.
- 2) Otro medio para evaluar el rendimiento es midiendo el consumo de energía total durante un período de 24 h, lo cual puede incluir los efectos del funcionamiento ENCENDIDO/APAGADO, así como los ciclos de descongelación.

La Tabla 2 a continuación muestra lado a lado los valores previstos, calculados a través de las propiedades termodinámicas aplicadas al ciclo de refrigeración y los valores "experimentales", obtenidos experimentalmente a través de los ensayos estandarizados, tanto para la capacidad como el COP. La Figura 1 ilustra los resultados de la Tabla 2 en forma de un gráfico, como una función de la cantidad de % de CO2 en la mezcla. La Tabla 3 y la Figura 2 muestran los resultados de rendimiento en términos de consumo de energía del sistema de 24 h. Todos los resultados hacen referencia a R-404A que se encuentra al 100 % de capacidad y COP.

Tabla 2: Resultados de capacidad y COP

Cantidad de CO2 (%)	Nombre	Capacidad [% de R404A]		COP [% de R404A]	
		Previsto	Experimental	Previsto	Experimental
-	R404A	100%	100%	100%	100%
0%	A0 * R32/R1234yf (0,215/0,785)	86%	93%	104%	101%
3%	A1 R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,755/0,03)	96%	96%	103%	102%
6%	A2 * R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,725/0,06)	105%	97%	102%	98%
9%	A3 * R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,695/0,09)	115%	97%	101%	95%
* Ejemplo de referencia					

Tabla 3: Resultados de consumo de energía experimentales

Cantidad de CO2 (%)	Nombre	Consumo de energía de 24 h experimental [% de R404A]
-	R404A (valor basal)	100%
0%	A0 * R32/R1234yf (0,215/0,785)	98%
3%	A1 R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,755/0,03)	97%
6%	A2 * R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,725/0,06)	100%
9%	A3 * R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,695/0,09)	104%
* Ejemplo de referencia		

5 Como se ilustra en la Tabla 2 y la Figura 1, la capacidad prevista debe aumentar linealmente con la cantidad de CO2. Sin embargo, los solicitantes hallaron inesperadamente que la capacidad real (experimental) aumente con el primer 3 % de CO2, a continuación, permanece casi sin cambios con cantidades superiores de CO2. Como también se ilustra en la Tabla 2 y la Figura 2, el COP previsto debe disminuir ligeramente con el aumento en la cantidad de CO2. Sin embargo, los solicitantes hallaron inesperadamente que el COP real (experimental) aumenta cuando se añade CO2 y alcanza su máximo en aproximadamente el 3 % de CO2. A continuación, disminuye repentinamente con cantidades de CO2 por encima del 3 %.

10 Como se ilustra en la Figura 3 y Tabla 2, el consumo de energía de 24 h alcanza inesperadamente un mínimo con una mezcla de aproximadamente el 3% de CO2.

**EJEMPLO 2: Aplicación de refrigeración de baja temperatura - Parámetros de fiabilidad**

15 Debido a determinadas características de los sistemas de refrigeración, incluidos, en particular, los sistemas de refrigeración de baja temperatura que contienen o están diseñados para contener refrigerante R404A, resulta importante en determinadas realizaciones que tales sistemas sean capaces de mostrar parámetros de funcionamiento del sistema fiables con respecto a R404A. Tales parámetros de funcionamiento incluyen:

- Presión de lado alto que se encuentra dentro de aproximadamente el 115 % e incluso más preferentemente dentro de aproximadamente el 105 % de la presión de lado de alto del sistema utilizando R404A. Este parámetro permite el uso de compresores y componentes existentes diseñados para R404A.
- 20 • Temperatura de descarga del compresor que no supere la temperatura de descarga de R404A por más de 15 °C y no más de 10 °C. La ventaja de tal característica es que permite el uso de equipamiento existente sin la activación de los aspectos de protección térmica del sistema, que está diseñado para proteger los componentes del compresor.

25 Se estimó la presión y temperatura de descarga de R404A (valor basal) y de las mezclas A0-A3 mediante los mismos métodos y bajo las mismas condiciones de funcionamiento descritas en el Ejemplo 1. Esos parámetros también se midieron experimentalmente utilizando el mismo congelador de alcance, procedimientos y norma descrita en el Ejemplo 1.

30 La Tabla 4 a continuación muestra lado a lado los valores previstos, calculados a través de las propiedades termodinámicas aplicadas al ciclo de refrigeración y los valores experimentales, obtenidos experimentalmente para la presión de descarga y temperatura de descarga del compresor. La Figura 3 y 4 ilustran los resultados de la Tabla 4 en forma de un gráfico, como una función de la cantidad de % de CO2 en la mezcla.

Tabla 4: Resultados de presión de descarga y temperatura de descarga del compresor

		Presión de descarga [% de R404A]		Temp. de descarga [Diferencia de R404A, en °C]	
Cantidad de CO2 (%)	Nombre	Previsto	Experimental	Previsto	Experimental
-	R404A (valor basal)	100%	100%	0	0
0%	A0 * R32/R1234yf (0,215/0,785)	85%	87%	+8	+1
3%	A1 R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,755/0,03)	96%	103%	+13	+8
6%	A2 * R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,725/0,06)	106%	117%	+17	+12
9%	A3 * R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,695/0,09)	116%	132%	+21	+17
* Ejemplo de referencia					

5 Como se ilustra en la Tabla 4 y la Figura 3, tanto las presiones de descarga previstas como las reales (experimentales) aumentaron linealmente con la cantidad de CO2. Los solicitantes hallaron inesperadamente, sin embargo, que la presión de descarga real fue significativamente más sensible a la cantidad de CO2 que lo previsto. La presión de descarga real alcanzó el 105 % con cantidades de CO2 alrededor del 3-4 % y el 115 % entre el 5-6 % de CO2.

10 Como se ilustra en la Tabla 4 y la Figura 4, tanto la temperatura de descarga prevista como la real (experimental) aumentaron de forma constante con la cantidad de CO2. Los solicitantes hallaron inesperadamente, sin embargo, que la temperatura de descarga real era de entre 7-4 °C menos que los valores estimados. Las temperaturas de descarga reales se encuentran dentro de los 10 °C de R404A con cantidades de CO2 por debajo alrededor del 4 % y dentro de los 15 °C por debajo alrededor del 7 % de CO2.

**EJEMPLO 3: Aplicación de refrigeración de temp. media**

15 Este ejemplo ilustra el COP, la capacidad, la presión de descarga y la temperatura de las composiciones A0 - A3 cuando se utilizan como sustitución de R-404A en un sistema de refrigeración de media temperatura.

20 Se evaluó una aplicación de refrigeración de temperatura media típica con el refrigerante R-404A de valor basal y las mezclas A0, A1, A2 a A3 utilizando los mismos métodos descritos para estimar el rendimiento en la aplicación de baja temperatura, tal como se describe en el Ejemplo 1. En el caso de tal sistema de refrigeración de media temperatura ilustrado en este Ejemplo, la temperatura del condensador se hizo funcionar a alrededor de 35 °C, lo cual se corresponde, en general, a una temperatura de sala interior de aproximadamente 25 °C. La temperatura de evaporación fue de -10 °C, lo cual se corresponde con una temperatura de producto de aproximadamente 0 °C. El grado de recalentamiento en la salida del evaporador fue de aproximadamente 5 °C. Tales sistemas de refrigeración de media temperatura están normalmente equipados con un intercambiador de calor de línea de aspiración/línea de líquido tal como se describe en el Ejemplo 1. Para este ejemplo particular, la eficacia del intercambiador de calor de línea de aspiración/línea de líquido es de aproximadamente el 50 %. Una ganancia de temperatura de refrigerante adicional a lo largo de la línea de refrigerante entre el intercambiador de calor de línea de aspiración/línea de líquido y la entrada del compresor es normalmente de 2 °C. La eficiencia del compresor fue de aproximadamente el 70 %.

## ES 2 749 916 T3

La Tabla 5 a continuación muestra la capacidad, el COP, la presión de descarga y la temperatura de las 4 mezclas con respecto a los valores de R404A, estimados a través de propiedades termodinámicas aplicadas al ciclo de refrigeración.

Tabla 5: Capacidad, COP, presión de descarga y temperatura a temperatura media

Cantidad de CO2 (%)	Nombre	Capacidad [% de R404A]	COP [% de R404A]	Presión de descarga [% de R404A]	Temp. de descarga [Dif. en °C, de R404A]
-	R404A (valor basal)	100%	100%	100%	0
0%	A0 * R32/R1234yf (0,215/0,755)	88%	103%	84%	+5
3%	A1 R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,755/0,03)	98%	102%	95%	+7
6%	A2 * R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,725/0,06)	108%	102%	106%	+10
9%	A3 * R32/R1234yf/CO2 (0,215/0,695/0,09)	118%	101%	117%	+12
* Ejemplo de referencia					

5

Como se ilustra en la Tabla 5, la capacidad y COP previstos deben aumentar linealmente con la cantidad de CO2. Una mayor coincidencia en la capacidad con un COP ligeramente mejor ocurriría alrededor del 3 % de CO2. Tanto la presión de descarga como la temperatura también se demuestra que aumentan de forma constante con la cantidad de CO2. La presión de descarga se encuentra alrededor de una coincidencia de R-404A con cantidades de CO2 de aproximadamente el 3-6 %. Las temperaturas de descarga se encuentran dentro de los 10 °C de R-404A con cantidades de CO2 por debajo del 6 %.

10

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición que comprende:
  - (a) 21,5 % en peso de HFC-32
  - (b) 75,5 % en peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno; y
  - 5 (c) 3 % en peso de CO<sub>2</sub>,
2. Uso de una composición de la reivindicación 1 como medio de calentamiento y/o enfriamiento.
3. Uso de una composición de la reivindicación 1 en sistemas de aire acondicionado de automóviles, sistemas de aire acondicionado residenciales, sistemas de aire acondicionado comerciales, sistemas de refrigeración residenciales, sistemas de congelación residenciales, sistemas de refrigeración comerciales, sistemas de refrigeración pequeños, sistemas de congelación comerciales, refrigeración de transporte, sistemas de aire acondicionado enfriadores, sistemas de refrigeración enfriadores o sistemas de bomba de calor.
- 10 4. Uso de una composición de la reivindicación 1 en sistemas de refrigeración de baja y media temperatura.
5. El uso de la reivindicación 4, en donde el sistema es un sistema de refrigeración de baja temperatura, y en donde:
  - 15 a. La temperatura del condensador del sistema es desde aproximadamente 20 °C hasta aproximadamente 50 °C;
  - b. La temperatura del evaporador del sistema es desde aproximadamente -45 °C hasta aproximadamente o inferior a aproximadamente -10 °C;
  - c. El grado de recalentamiento en la salida del evaporador del sistema es desde aproximadamente 0 °C hasta aproximadamente 10 °C;
  - 20 d. El grado de recalentamiento en la línea de aspiración del sistema es desde aproximadamente 15 °C hasta aproximadamente 40 °C.
6. El uso de la reivindicación 4, en donde el sistema es un sistema de refrigeración de media temperatura, y en donde:
  - a. La temperatura del condensador del sistema es desde aproximadamente 20 °C hasta aproximadamente 60 °C;
  - 25 b. La temperatura del evaporador del sistema es desde aproximadamente -25 °C hasta aproximadamente o inferior a aproximadamente 0 °C;
  - c. El grado de recalentamiento en la salida del evaporador del sistema es desde aproximadamente 0 °C hasta aproximadamente 10 °C;
  - 30 d. El grado de recalentamiento en la línea de aspiración del sistema es desde aproximadamente 5 °C hasta aproximadamente 40 °C.
7. Uso de la composición de la reivindicación 1 como sustitución de R-404A en sistemas de refrigeración de baja y media temperatura.

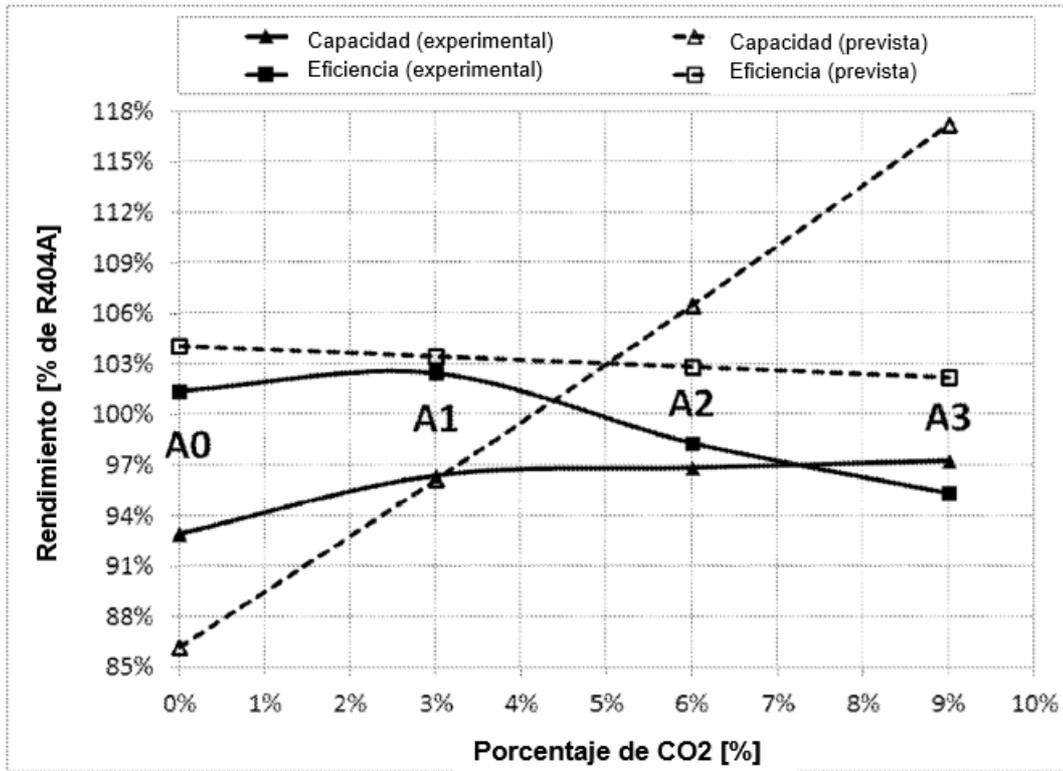


FIG. 1

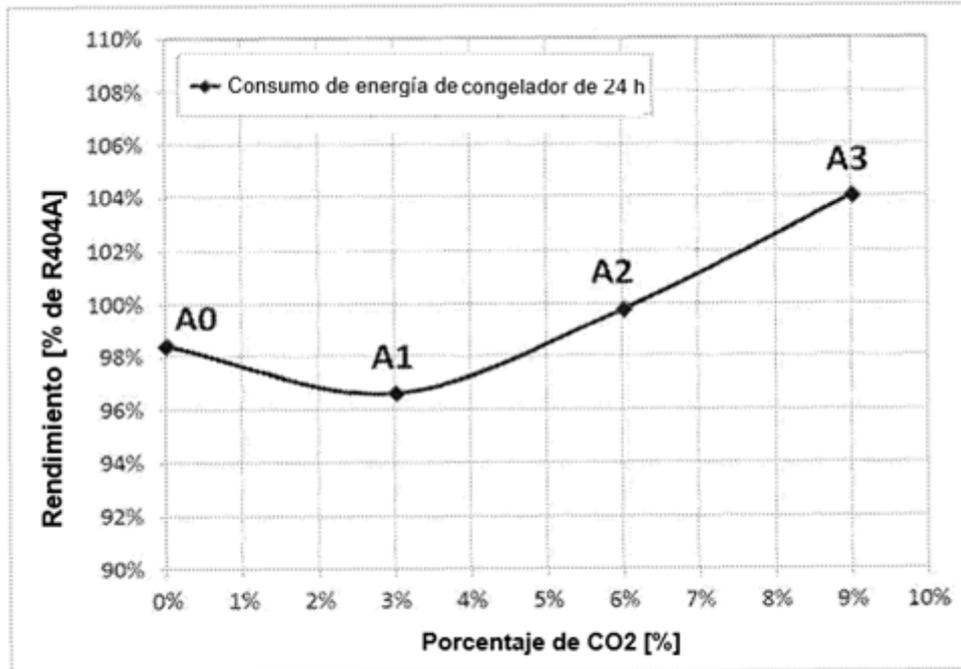


FIG. 2

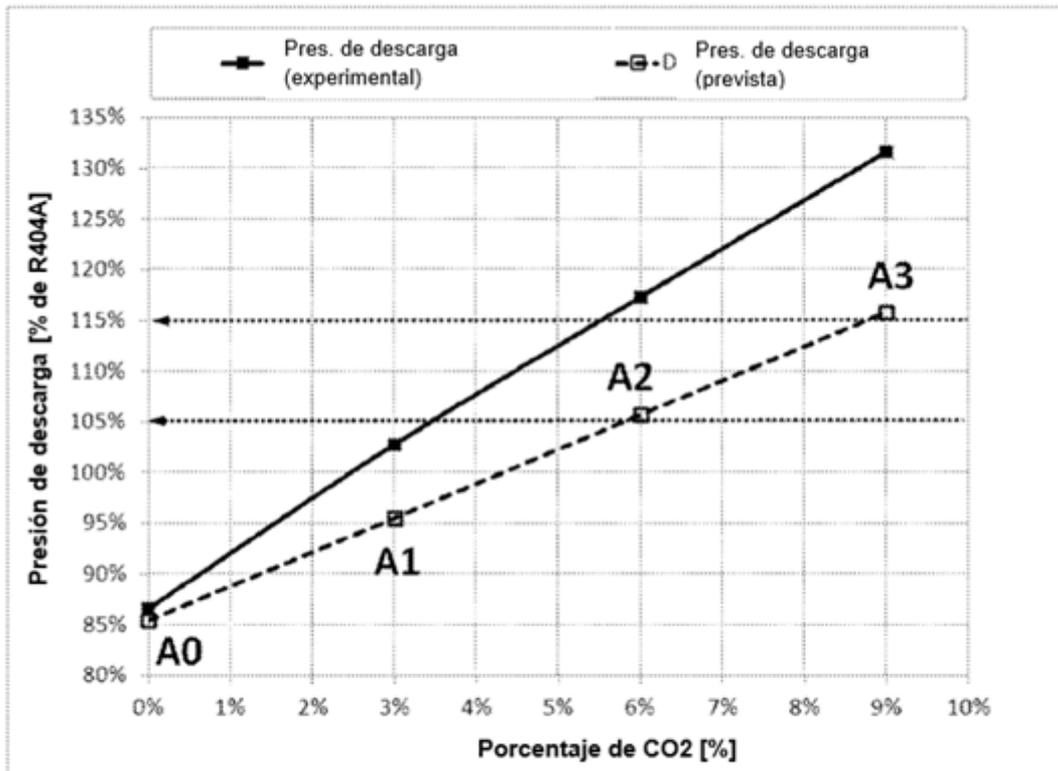


FIG. 3

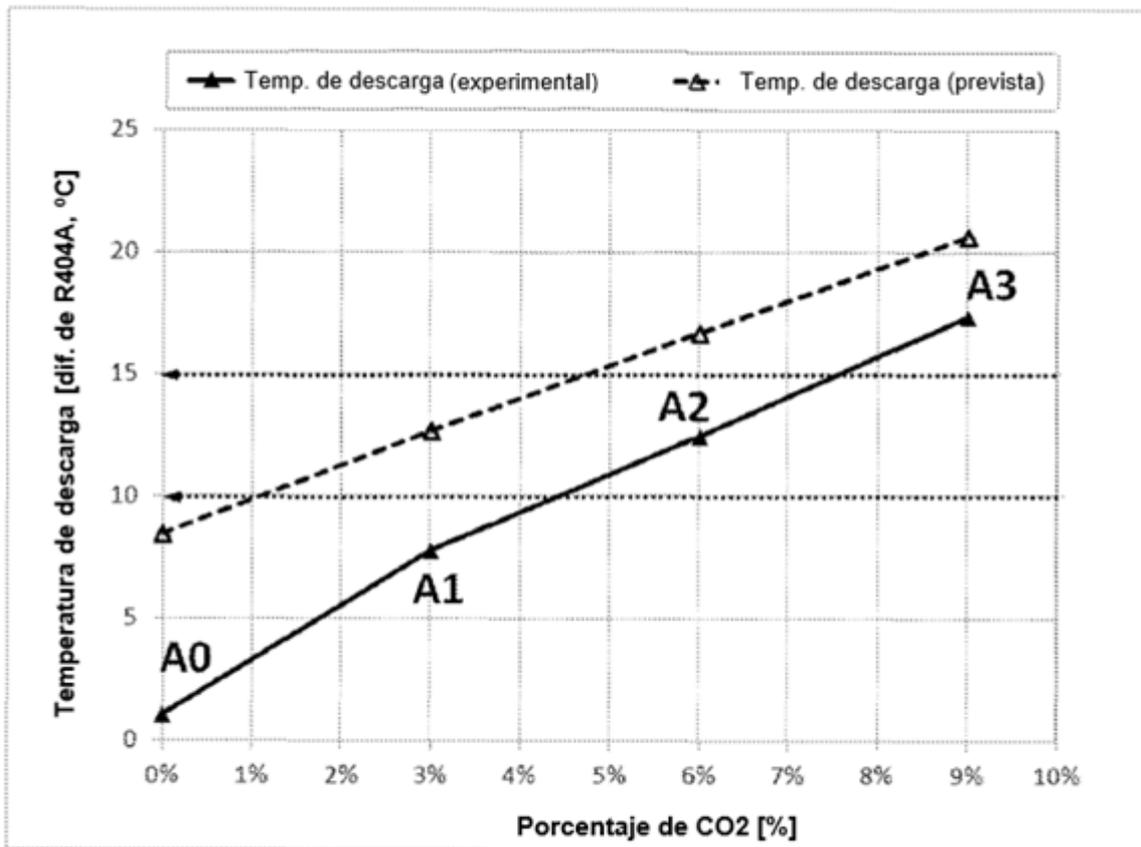


FIG. 4