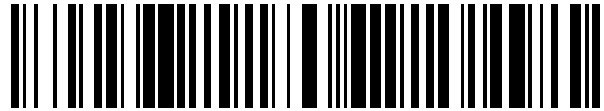


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 439 628**

51 Int. Cl.:

C09K 5/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2009 E 09172381 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2013 EP 2308941**

54 Título: **Composiciones refrigerantes y uso de las mismas en sistemas de refrigeración de baja temperatura**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.01.2014

73 Titular/es:

**HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (100.0%)
101 Columbia Road
Morristown, NJ 07962, US**

72 Inventor/es:

SPATZ, MARK W.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 439 628 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 y uso de las mismas en sistemas de refrigeración de baja temperatura

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a la sustitución del refrigerante clorodifluorometano (HCFC-22 o R-22) agotador de ozono para aplicaciones de calentamiento y refrigeración, especialmente en sistemas refrigerantes de baja temperatura, y a un procedimiento para adaptar un sistema refrigerante de baja temperatura que contiene el refrigerante HCFC-22 con una composición refrigerante sin la necesidad de modificación importante alguna de los componentes o lubricantes de los sistemas refrigerantes, pero siendo capaz de obtener al menos un 90%, preferiblemente al menos un 95% de las características operativas de la composición R-22 en sistemas refrigerantes de este tipo. La invención se refiere también a un procedimiento para usar composiciones refrigerantes de sustitución R-22 de este tipo en otros sistemas capaces de utilizar composiciones de refrigerantes R-22 tales como sistemas de reciente diseño.

15

Antecedentes de la invención

Sistemas de refrigeración mecánicos y dispositivos de transferencia de calor relacionados tales como bombas de calor y acondicionadores de aire que utilizan líquidos refrigerantes son bien conocidos en la técnica para usos industriales, comerciales y domésticos. Los clorofluorocarburos (CFCs) se desarrollaron en los años 1930 como refrigerantes para sistemas de este tipo. Sin embargo, desde los años 1980 el efecto de los CFCs sobre la capa de ozono de la estratosfera se ha convertido en foco de gran atención. En 1987, un cierto número de gobiernos firmó el Protocolo de Montreal para proteger al medio ambiente global, estableciendo un programa para eliminar gradualmente los productos de CFC. Los CFCs fueron reemplazados por materiales más aceptables para el medioambiente que contienen hidrógeno o hidrofluorocarburos (HCFCs). Modificaciones subsiguientes al Protocolo de Montreal aceleraron la eliminación gradual de estos CFCs y también programaron la eliminación gradual de HCFCs. Por lo tanto, existe un requisito para una alternativa no inflamable y no tóxica para reemplazar estos CFCs y HCFCs. En respuesta a dicha demanda, la industria ha desarrollado un cierto número de hidrofluorocarburos (HFCs) con un potencial cero de agotamiento del ozono.

20

La importancia de sistemas de refrigeración, especialmente sistemas de refrigeración de baja temperatura para las industrias de fabricación, distribución y de venta al por menor de alimentos es fundamental. Este tipo de sistemas juegan un papel vital para asegurar que los alimentos que llegan al consumidor sean tanto frescos como adecuados para ser comidos. En sistemas de refrigeración de baja temperatura de este tipo, el refrigerante popular empleado ha sido clorodifluorometano (R-22 o HCFC-22) que tiene un potencial agotador de ozono y que será eliminado gradualmente por completo.

25

Un cierto número de publicaciones de patente ha sugerido sustituciones para HCFC-22. Es decir, estas publicaciones de patente han sugerido refrigerantes o composiciones de refrigerantes que pueden utilizarse en lugar de HCFC-22 en sistemas de refrigeración nuevos a construir o instalar. Entre dichas publicaciones de patente se pueden mencionar las patentes de EE.UU. N^os US 5.185.094, US 5.370.811, US 5.438.849, US 5.643.492, US 5.709.092, US 5.722.256, US 6.018.952, US 6.187.219 B1, US 6.606.868 B1, US 6.669.862 B1, la solicitud de EE.UU. publicada N^o US 2004/00691091 A1, y las solicitudes europeas publicadas N^os EP 0 430 169 A1, EP 0 509 673 A1 y EP 0 811 670 A1. Aunque todas las patentes de EE.UU. y solicitudes EP publicadas mencionadas describen mezclas ternarias de difluorometano (HFC-32), pentafluoroetano (HFC-125) y tetrafluoroetano (HFC-134a) para uso en sistemas de refrigeración o acondicionamiento de aire, no acometen la capacidad de reemplazar HCFC-22 en los sistemas de refrigeración de R-22 existentes o sistemas adecuados para uso con un refrigerante R-22, particularmente en sistemas de refrigeración de baja temperatura, al tiempo que se obtiene al menos aproximadamente 90%, preferiblemente al menos aproximadamente 95% de las características operativas de R-22 sin la necesidad de modificación alguna del sistema, especialmente sin la necesidad de un ajuste ni sustitución de la válvula de expansión del sistema de refrigeración de baja temperatura. Ejemplos comparativos proporcionados más adelante en la presente descripción de esta solicitud demuestran que composiciones terciarias dentro del alcance de la descripción de la técnica anterior no son adecuadas para uso en sistemas de refrigeración de R-22 de baja temperatura. Esas composiciones de la técnica anterior no obtienen al menos aproximadamente 90% de las características operativas de R-22 con el fin de permitir utilizar estas composiciones en sistemas de refrigeración de R-22 de baja temperatura a lo largo de un amplio intervalo de temperaturas de refrigeración baja y temperaturas ambiente sin la necesidad de modificación del sistema.

30

35

40

45

50

55

60

La patente de EE.UU. N^o 6.526.764 describe composiciones de refrigerantes que son solubles en un agente solubilizante seleccionado de butano, isobuteno, pentano, dimetil-éter y mezclas de los mismos. Se dice que estas

composiciones refrigerantes son útiles como composiciones de adaptación de R-22. Sin embargo, las composiciones de adaptación de R-22 descritas en este documento se describen sólo como adecuadas para la adaptación de R-22 en sistemas de refrigeración de alta temperatura tales como sistemas de acondicionamiento de aire (véanse los Ejemplos 2-7). El documento ni describe ni contempla la adaptación de R-22 para la refrigeración a baja temperatura, es decir, la refrigeración que mantiene la temperatura de un evaporador por debajo de 0°C (32°F).

La sustitución de R-22 en condiciones de refrigeración de baja temperatura es completamente diferente y comprende un conjunto totalmente distinto de condiciones y problemas que el de adaptar R-22 a refrigeración de alta temperatura tal como en sistemas de acondicionamiento de aire. Composiciones refrigerantes que tienen características de comportamiento aceptables en sistemas de temperatura de evaporación elevada (p. ej. acondicionamiento de aire) no tendrán necesariamente características de comportamiento adecuadas o aceptables en sistemas de baja temperatura de evaporación. La capacidad de refrigeración puede caer y las válvulas de expansión pueden no funcionar satisfactoriamente. Esto se debe generalmente a una menor presión del vapor y a una menor densidad del vapor de la composición refrigerante en el punto de succión del compresor del sistema de refrigeración. Por ejemplo, una composición cuyo comportamiento sea aceptable en sistemas de temperatura de evaporación elevada (p. ej. sistemas de acondicionamiento de aire) puede tener una caída significativa en la capacidad de refrigeración y las válvulas de expansión pueden permitir, de forma inaceptable, que el líquido pase a través del compresor debido a que la composición de refrigeración tiene una pendiente de la presión de vapor frente a la temperatura mayor que R-22.

Con el fin de adaptar un sistema de refrigeración de baja temperatura existente, empleando un refrigerante HCFC-22 con un refrigerante de sustitución, es necesario que las características operativas del refrigerante de sustitución, tal como sobrecalentamiento del evaporador, capacidad de refrigeración, caudal másico del refrigerante, eficacia, presión y consumo de energía sean sustancialmente idénticas a las del refrigerante HCFC-22 que está siendo reemplazado. Esta casi equiparación de las propiedades del refrigerante de reemplazo con las de HCFC-22 es esencial para su uso en sistemas de refrigeración de baja temperatura existentes de este tipo, o sistemas diseñados para utilizar refrigerante R-22, sin necesitar de una sustitución ni modificación del equipo, p. ej. sustitución o modificación de las válvulas de expansión del sistema de refrigeración de baja temperatura. Las soluciones sugeridas por la industria para las sustituciones de R-22 tales como refrigerantes R-407A y R-407C, no resuelven este problema, ya que requieren una modificación de los sistemas en un intento de equipararse con las características operativas de R-22.

Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, un procedimiento para producir refrigeración de baja temperatura en un sistema de refrigeración de baja temperatura comprende las etapas de:

(a) condensar una composición que comprende (a) 28-32% en peso de HFC-32, (b) 28-32% en peso de HFC-125 y (c) 38-42% en peso de HFC-134a; y

(b) evaporar la composición en la proximidad de un cuerpo a ser refrigerado, en donde la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración se encuentra por debajo de 0°C (32°F).

La composición utilizada en el procedimiento de la invención exhibe características operativas que son comparables a las del refrigerante HCFC-22. Esta composición se puede utilizar como un sustituto directo en la adaptación de sistemas de refrigeración de baja temperatura que tradicionalmente empleaban refrigerante HCFC-22.

La composición utilizada en el procedimiento de la invención incluye, opcionalmente, uno o más componentes adicionales distintos de difluorometano (HFC-32), pentafluoroetano (HFC-125) y tetrafluoroetano (HFC-134a) tal como, por ejemplo, refrigerantes, lubricantes compatibilizadores, tensioactivos o agentes solubilizantes. Los componentes adicionales están presentes en cantidades menores tal que no se ven comprometidas las características de comportamiento, tales como sobrecalentamiento y otras características operativas.

El procedimiento de esta invención se puede emplear en sistemas adecuados para uso o capaces de ser utilizados con refrigerante R-22 tales como sistemas de refrigeración de baja temperatura existentes, nuevos o de nuevo diseño. Las composiciones de refrigerantes ternarias utilizadas se equiparan sustancialmente con las características operativas del refrigerante HCFC-22, especialmente en el sobrecalentamiento del evaporador deseado, capacidad de refrigeración, flujo másico y eficacia, es decir, COP (coeficiente de rendimiento, que es la relación de efecto de refrigeración a la energía requerida) y, con ello, permiten que las composiciones ternarias de esta invención reemplacen HCFC-22 en sistemas de refrigeración de baja temperatura existentes o en sistemas de refrigeración adecuados para uso con refrigerante R-22, sin requerir modificación significativa alguna del sistema tal como ajuste,

5 sustitución o rediseño de la válvula de expansión del sistema de R-22. Los valores de las características operativas de las composiciones ternarias utilizadas en esta invención serán generalmente al menos el 90% o más, más preferiblemente al menos el 95% o más de los valores correspondientes de las características operativas de HCFC-22 en los sistemas de refrigeración de baja temperatura en los que la composición ternaria ha de sustituir al refrigerante HCFC-22. También, las composiciones empleadas en esta invención son esencialmente no inflamables cuando se someten a ensayo de acuerdo con la norma ASTM E681-2001 a condiciones descritas en el adenda ASHRAE Standard 34 P (3ª revisión pública, enero de 1998).

10 Las composiciones utilizadas en la presente invención son composiciones de refrigerantes aceptables para sustituir a las composiciones de refrigerante R-22 en aplicaciones y sistemas refrigerantes tanto de temperatura moderada como de baja temperatura. La razón de que estas composiciones sean aceptables tanto para sistemas de refrigeración de temperatura moderada como de baja temperatura es que son capaces de mantener niveles de sobrecalentamiento aceptables y una capacidad de refrigeración aceptable a lo largo de todo el intervalo de refrigeración de temperatura moderada a baja. Ha existido una necesidad importante de que una composición refrigerante única funcione a lo largo de un amplio intervalo de refrigeración. Por ejemplo, un supermercado no desea tener que disponer de dos o más composiciones refrigerantes para cumplir las necesidades de un solo almacén en el que los alimentos se mantienen a temperaturas de 0°C (32°F) hasta -23,3°C (-10°F) o inferior. Las composiciones de la técnica anterior propuestas hasta la fecha como sustitutos de R-22 no poseen la capacidad de proporcionar una refrigeración aceptable a una refrigeración tanto a temperatura moderada como baja, ya que son incapaces de proporcionar niveles de sobrecalentamiento y una capacidad de refrigeración aceptables.

25 Los tres componentes reseñados (*es decir*, difluorometano, pentafluoroetano y tetrafluoroetano) en las composiciones utilizadas en la invención están presentes en cantidades tales que las características operativas de la composición refrigerante con respecto al sobrecalentamiento proporcionado durante la refrigeración, se proporcionan a un nivel de sobrecalentamiento aceptable, y las características operativas de la capacidad de refrigeración, características de flujo másico y eficacia (COP), cuando se emplean como el refrigerante en un sistema de refrigeración de baja temperatura, son cada una al menos el 90%, preferiblemente al menos el 95% las características operativas de clorodifluorometano (HCFC-22) si el HCFC-22 fuera a ser empleado como el refrigerante en sistemas de refrigeración a baja temperatura de este tipo.

30 En particular, cuando estas composiciones se emplean de acuerdo con la invención en sistemas de refrigeración de baja temperatura, es decir sistemas de refrigeración en donde la temperatura del evaporador es inferior a 0°C (32°F), -10°C (14°F) o inferior, -15°C (5°F) o inferior, o -30°C (-22°F) o inferior, las composiciones tienen una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración de al menos de 1,1°C (2°F). Preferiblemente, las composiciones tienen una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración en el intervalo de 4,4°C (8°F) a 8,9°C (16°F) para un intervalo de temperaturas del evaporador de -9,4°C (15°F) a -1,1°C (30°F), de 4,4°C (8°F) a 6,7°C (12°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -26,1°C (-15°F) o de 2,2°C (4°F) a 4,4°C (8°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -34,4°C (-30°F).

40 Preferiblemente, la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es de -10°C (14°F) o inferior.

Preferiblemente, la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es de -15°C (5°F) o inferior.

45 Preferiblemente, la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es de -30°C (-22°F) o inferior.

50 En una realización adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, la composición utilizada tiene una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración de al menos 1,1°C (2°F). Preferiblemente, la composición tiene una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración en el intervalo de 4,4°C (8°F) a 8,9°C (16°F) para un intervalo de temperaturas del evaporador de -9,4°C (15°F) a -1,1°C (30°F), de 4,4°C (8°F) a 6,7°C (12°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -26,1°C (-15°F) o de 2,2°C (4°F) a 4,4°C (8°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -34,4°C (-30°F).

55 Las características operativas de la composición refrigerante con respecto a la capacidad de refrigeración, eficacia (COP) y flujo másico, cuando se emplea como el refrigerante en el sistema de refrigeración, son cada una de al menos el 90%, preferiblemente al menos el 95% de las características operativas si clorodifluorometano (HCFC-22) fuera a ser empleado como el refrigerante en dicho sistema de refrigeración en condiciones de refrigeración idénticas.

60 El sistema de refrigeración es adecuado para uso con clorodifluorometano (HFC-22) y la composición de acuerdo con la invención se puede utilizar en lugar de HFC-22 en el sistema, sin requerir de ajuste alguno del sistema. En

particular, no se requiere ajuste (incluido re-diseño) ni sustitución de la válvula de expansión de HFC-22 en el sistema de refrigeración de baja temperatura con el fin de conseguir las características operativas deseadas. La frase "adecuado para ser utilizado con clorodifluorometano (HCFC-22)" significa un sistema que ha utilizado o ha estado destinado a utilizar refrigerante clorodifluorometano (HCFC-22) en el sistema para obtener la refrigeración a baja temperatura.

En un aspecto adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, el sistema de refrigeración de baja temperatura contiene HCFC-22 y el procedimiento comprende, además, la etapa de sustituir al menos una parte y, de preferencia, esencialmente sustituir totalmente el refrigerante clorodifluorometano (HCFC-22) en el sistema de refrigeración por una composición de acuerdo con la invención. "Esencialmente sustituir totalmente" significa que alguna ligera cantidad, en general menor que aproximadamente 5%, de preferencia menor que aproximadamente 3% y más preferiblemente menor que aproximadamente 1% de HCFC-22 (clorodifluorometano) puede permanecer de manera inadvertida en el sistema tras su sustitución.

También se proporciona un sistema de refrigeración de baja temperatura que comprende un condensador, un evaporador y una composición refrigerante que comprende (a) 28-32% en peso de HFC-32, (b) 28-32% en peso de HFC-125 y (c) 38-42% en peso de HFC-134a, en donde la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es inferior a 0°C (32°F).

Preferiblemente, la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es de -10°C (14°F) o inferior.

Preferiblemente, la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es de -15°C (5°F) o inferior.

Preferiblemente, la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es de -30°C (-22°F) o inferior.

En una realización adicional del sistema de acuerdo con la invención, la composición tiene una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración de al menos 1,1°C (2°F). Preferiblemente, la composición tiene una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración en el intervalo de 4,4°C (8°F) a 8,8°C (16°F) para un intervalo de temperaturas del evaporador de -9,4°C (15°F) a -1,1°C (30°F), de 4,4°C (8°F) a 6,7°C (12°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -26,1°C (-15°F) o de 2,2°C (4°F) a 4,4°C (8°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -34,4°C (-30°F).

Las características operativas de la composición refrigerante con respecto a la capacidad de refrigeración, eficacia (COP) y flujo másico, cuando se emplea como el refrigerante en el sistema de refrigeración de acuerdo con la invención, son cada una de al menos aproximadamente el 90%, preferiblemente al menos aproximadamente el 95% de las características operativas si clorodifluorometano (HCFC-22) fuera a ser empleado como el refrigerante en dicho sistema de refrigeración en condiciones de refrigeración idénticas.

El sistema de refrigeración de acuerdo con la invención es adecuado para uso con clorodifluorometano (HCFC-22) y las composiciones arriba descritas pueden utilizarse en lugar de HCFC-22 en el sistema, sin requerir de ajuste alguno del sistema. En particular, no se requiere ajuste alguno (incluido re-diseño) o sustitución de la válvula de expansión de HCFC-22 en el sistema de refrigeración de baja temperatura con el fin de conseguir las características operativas deseadas. La frase "adecuado para ser utilizado con clorodifluorometano (HCFC-22)" significa un sistema que ha utilizado o ha estado destinado para uso con refrigerante clorodifluorometano (HCFC-22) en el sistema para obtener la refrigeración a baja temperatura.

Breve Descripción de los Dibujos

En los dibujos, la Figura 1 es una ilustración de un sistema de refrigeración típico.

La Figura 2 es una ilustración de puntos de medición de sobrecalentamiento adecuados en un sistema de refrigeración típico.

La Figura 3 es una ilustración de un compresor de un sistema de refrigeración típico que muestra cómo se mide el sobrecalentamiento en la tubería de succión.

Descripción Detallada de la Invención

Tal como se describe arriba, se ha descubierto que composiciones refrigerantes ternarias específicas pueden

utilizarse en un procedimiento para producir una refrigeración de baja temperatura en un sistema de refrigeración de baja temperatura adecuado para uso con refrigerante HCFC-22, sistema que alcanza y mantiene una temperatura del evaporador inferior a 0°C (32°F), o -10°C (14°F) o inferior o -15°C (5°F) o inferior, e incluso -30°C (-22°F) o inferior.

5

El procedimiento para producir una refrigeración de baja temperatura en un sistema de refrigeración de baja temperatura comprende las etapas de condensar una composición de acuerdo con la invención y, después de ello, evaporar el refrigerante con un evaporador en la proximidad de un cuerpo a enfriar, en donde una temperatura del evaporador del sistema de refrigeración se encuentra por debajo de 0°C (32°F), o -10°C (14°F) o inferior, o -15°C (5°F) o inferior, e incluso -30°C (-22°F) o inferior. Las composiciones utilizadas en la invención tienen una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración de al menos 1,1°C (2°F). En realizaciones preferidas, las composiciones utilizadas en la invención tienen una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración en el intervalo de 4,4°C (8°F) a 8,9°C (16°F) para un intervalo de temperaturas del evaporador de -9,4 a -1,1°C (15 a 30°F), en el intervalo de 4,4°C (8°F) a 6,7°C (12°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -26,1°C (-15°F), o en el intervalo de 2,2°C (4°F) a 4,4°C (8°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -34,4°C (-30°F). Las características operativas de la composición refrigerante con respecto a la capacidad de refrigeración, eficacia (COP) y flujo másico, cuando se emplea como el refrigerante en el sistema de refrigeración, son cada una de al menos aproximadamente el 90%, preferiblemente al menos aproximadamente el 95% de las características operativas si clorodifluorometano (HCFC-22) fuera a ser empleado como el refrigerante en dicho sistema de refrigeración en condiciones de refrigeración idénticas.

10

15

20

La frase "sistema de refrigeración de baja temperatura" significa un sistema de refrigeración que alcanza y mantiene una temperatura del evaporador inferior a 0°C (32°F), preferiblemente -10°C (14°F) o inferior y, más particularmente, -15°C (5°F) o inferior, y en especial una temperatura de -30°C (-22°F) o inferior.

25

El término "sobrecalentamiento" significa el aumento de temperatura del refrigerante a la salida del evaporador por encima de la temperatura del vapor saturado (o temperatura del punto de rocío) del refrigerante. Esta característica y su importancia para los sistemas de refrigeración se comprende mejor esbozando brevemente el funcionamiento de un sistema de refrigeración típico.

30

35

40

En un sistema de refrigeración típico, tal como el ilustrado en la Figura 1, un compresor envía gas caliente a un condensador. El líquido condensado pasa a través de una válvula de expansión hacia un evaporador en donde se evapora y recoge el calor de la zona a enfriar. El refrigerante gaseoso penetra entonces en el compresor, en donde el proceso de compresión eleva la presión y temperatura. Desde el compresor, el refrigerante es devuelto al condensador, y el ciclo se repite. Basado en el principio de que el calor fluye desde las zonas más calientes a las zonas más frías, el ciclo de refrigeración consiste en siete etapas: (i) compresión de gas caliente; (ii) enfriamiento; (iii) condensación; (iv) sub-enfriamiento; (v) expansión; (vi) evaporación; y (vii) sobrecalentamiento. Un sistema de refrigeración por compresión de vapor básico comprende cuatro componentes principales: un dispositivo medidor (p. ej. un tubo capilar, orificio/pistón fijo, o una válvula de expansión termostática), evaporador, compresor y condensador (véase la Figura 1).

45

50

55

La energía de compresión eleva la presión del vapor hasta un punto de ebullición que se encuentra por debajo de la temperatura del medio de condensación. En otras palabras, el compresor eleva el punto de ebullición del refrigerante hasta un punto en el que el aire (o agua) que se mueve a través del condensador es lo suficientemente bajo como para condensar el refrigerante, para formar un líquido. Pasos adicionales en el serpentín del condensador enfrían el refrigerante líquido por debajo de su punto de ebullición para asegurar que quede un líquido a medida que éste experimenta una caída de presión en su recorrido hacia el evaporador. Este enfriamiento por debajo del punto de ebullición se conoce como sub-enfriamiento. Un dispositivo medidor en la entrada del evaporador, actúa como una "presa" para restringir el flujo y hacer descender la presión del refrigerante hasta un nuevo punto de ebullición inferior. Este nuevo punto de ebullición se encuentra por debajo de la temperatura del medio del evaporador (aire o agua), de modo que el aire o agua que atraviesa el evaporador provocará que hierva el refrigerante. Después de que la totalidad del refrigerante en el evaporador haya hervido para formar un vapor, el vapor recogerá calor adicional a través de pasos extras en el evaporador. La magnitud del aumento de temperatura del vapor por encima de la temperatura de ebullición se conoce como sobrecalentamiento. El compresor reduce el gas a una presión elevada, al tiempo que eleva simultáneamente la temperatura del gas. El gas caliente es luego suministrado al condensador, en donde se enfría, disipando el calor y convirtiendo constantemente el gas de nuevo en un estado líquido. Cuando el líquido bajo alta presión alcanza el dispositivo medidor, el ciclo comienza de nuevo.

60

En el evaporador del sistema, la conversión de líquido en vapor implica añadir calor al líquido a su temperatura de ebullición, a la que se alude habitualmente como la temperatura de saturación. Después de que la totalidad del

refrigerante haya hervido para formar un vapor, todo aumento adicional de la temperatura por encima del punto de ebullición se conoce como sobrecalentamiento. Se miden la temperatura y presión del sistema de refrigeración con el fin de evaluar el rendimiento del sistema. El sobrecalentamiento de un sistema de refrigeración se puede determinar en un cierto número de maneras. Uno de estos métodos es el método de la temperatura/presión de sobrecalentamiento y, como el nombre sugiere, implica la medición de la presión de succión y una temperatura – la temperatura del refrigerante en la salida del evaporador en la tubería de succión. La temperatura de ebullición se determina utilizando un diagrama de presión-temperatura (PT). Para refrigerantes de un solo componente, tales como tetrafluoroetano (R-134a), la temperatura de ebullición permanece constante durante la fase de saturación o ebullición, con la condición de que la presión siga siendo la misma dentro del evaporador. Para mezclas de refrigerantes, la temperatura cambia durante la fase de ebullición o saturación. A esto se alude como deslizamiento. Refrigerantes con un deslizamiento de temperatura utilizan una temperatura del punto de rocío (DP). Esta es la temperatura del refrigerante cuando el último de los líquidos ha hervido para formar un vapor. Cualquier aumento de la temperatura del vapor por encima de la temperatura del punto de condensación se denomina sobrecalentamiento (véase la Figura 2).

La Figura 3 ilustra la forma en que se determina el sobrecalentamiento en la tubería de succión utilizando el método de temperatura-presión. La presión se mide en la válvula de servicio de la tubería de succión. La temperatura de ebullición del evaporador se determina a partir de un diagrama de temperatura-presión, utilizando la presión de la tubería de succión. La temperatura de ebullición del evaporador se sustrae de la temperatura de la tubería de succión medida mediante un termómetro digital. La diferencia es el sobrecalentamiento. Diagramas de presión-temperatura son herramientas muy comunes para los técnicos de refrigeración y pueden ser y han sido generadas para las composiciones de acuerdo con la invención.

Cuando se mide el sobrecalentamiento, el sistema debe funcionar el tiempo suficiente para que las temperaturas y presiones se establezcan al tiempo que se verifica un flujo normal de aire a través del evaporador. Utilizando una abrazadera u otros medios de fijación, la temperatura de la tubería de succión se determina fijando la sonda del termómetro alrededor de una sección al descubierto de la tubería, en la salida del evaporador. Los mejores resultados se obtienen cuando la tubería está exenta de óxidos u otro material extraño. A continuación, un manómetro (habitualmente parte de un conjunto medidor de la admisión) está fijado a la válvula de servicio de la tubería de succión, y se anotan la temperatura y presión de la tubería. Esta lectura de la presión será la del refrigerante en ebullición dentro del evaporador, asumiendo que no existan restricciones anormales dentro de la tubería de succión. Utilizando este valor de la presión, la temperatura de ebullición del evaporador (o punto de rocío) se determina a partir de un diagrama PT para el tipo de refrigerante que se esté utilizando. La temperatura de ebullición/punto de rocío se sustrae de la temperatura de la tubería de succión para hallar el sobrecalentamiento. La temperatura de la tubería de succión también se puede tomar fijando un termopar tipo bulbo a la tubería de succión. Ha de tenerse cuidado de aislar el termopar y de utilizar un compuesto conductor del calor para minimizar errores, debidos a pérdida de calor al aire ambiente.

El valor del sobrecalentamiento refleja el rendimiento de la composición refrigerante en el sistema refrigerante. Durante un funcionamiento normal, el refrigerante que penetra en el compresor debe ser sobrecalentado lo suficientemente por encima de la temperatura de ebullición del evaporador para asegurar que el compresor extraiga solamente vapor y nada de refrigerante líquido. Una lectura de sobrecalentamiento baja o cero indica que el refrigerante no captó suficiente calor en el evaporador para hervir por completo para formar un vapor. El refrigerante líquido introducido en el compresor provoca típicamente una solidificación que puede dañar a las válvulas y/o componentes mecánicos internos del compresor. Adicionalmente, el refrigerante líquido en el compresor, cuando se mezcla con aceite, reduce la lubricación y aumenta el desgaste, provocando un fallo prematuro.

Por otra parte, si la lectura de sobrecalentamiento es excesiva - por encima de 11,1°C (20°F) a 16,7°C (30°F) – ésta indica que el refrigerante ha captado demasiado calor, es decir, sufren la capacidad de refrigeración y la eficacia del sistema de refrigeración, lo que conduce a problemas de fiabilidad debido a elevadas temperaturas de descarga en el compresor. Por lo tanto, es deseable utilizar una composición refrigerante que tenga un sobrecalentamiento en el intervalo de 2,8°C (5°F) a 8,3°C (15°F).

El término “COP” es una medida de la eficacia energética y significa la relación de la capacidad de refrigeración o enfriamiento a requisito de energía del sistema de refrigeración, es decir, la energía para hacer funcionar el compresor. COP es el rendimiento útil del sistema de refrigeración, en este caso la capacidad de refrigeración o la cantidad de enfriamiento que se proporciona, dividido por la cantidad de energía que se consume para obtener este rendimiento. Esencialmente, es una medida de la eficacia del sistema.

La expresión “caudal másico” es la cantidad (en kilos) de refrigerante que fluye a través de un conducto de un

tamaño dado en un espacio de tiempo dado. El caudal másico es importante cuando se adapta un sistema de refrigeración existente de temperatura moderada o baja con una composición de acuerdo con la invención. El caudal másico de la composición refrigerante de sustitución debe estar próximo al del refrigerante original, en el presente caso clorodifluorometano (R-22).

5 El término "capacidad" se refiere a la cantidad de enfriamiento proporcionado, en BTUs/h (kJ/h) por el refrigerante en el sistema de refrigeración. Esta capacidad se determina experimentalmente multiplicando el cambio en la entalpía, en BTU/lb (kJ/kg) del refrigerante a medida que pasa a través del evaporador por el caudal másico del refrigerante. La entalpía se puede determinar a partir de una medición de la presión y temperatura del refrigerante. La capacidad del sistema de refrigeración se refiere a la capacidad de mantener una zona a enfriar a una temperatura específica, por ejemplo mantener los alimentos a una temperatura especificada según se requiera por diversas reglamentaciones de salud y seguridad. Si un sistema de refrigeración de baja temperatura tiene una capacidad baja, los alimentos en las estanterías (tanto de productos frescos como de congelados) aumentarán de temperatura y excederán de los límites especificados.

10 Composiciones refrigerantes que no cumplen tanto los requisitos de sobrecalentamiento del evaporador como que tienen valores para sus características operativas tales como capacidad, COP y caudal másico, en sistemas de refrigeración de baja temperatura, que serán al menos el 90%, preferiblemente al menos el 95% de los valores correspondientes de las características operativas de HCFC-22 en un sistema de refrigeración de baja temperatura idéntico, no son adecuadas para uso en la sustitución del refrigerante HCFC-22 en sistemas de refrigeración de baja temperatura de este tipo, dado que el uso de composiciones de esta clase requerirá generalmente una modificación o sustitución o re-diseño de los componentes del sistema de refrigeración de HCFC-22 tal como la válvula de expansión utilizada en sistemas de refrigeración de HCFC-22 y, así, conducen a un coste indeseado y a una parada de los sistemas. En contraposición, las composiciones refrigerantes ternarias utilizadas en esta invención tienen la capacidad de correlacionarse sustancialmente con los requisitos de sobrecalentamiento del evaporador y cumplen al menos el 90%, preferiblemente al menos el 95% o más del valor de las características operativas (tales como capacidad de refrigeración, eficacia y flujo másico) de HCFC-22 en sistemas de refrigeración de baja temperatura a lo largo de un amplio intervalo de condiciones de refrigeración, p. ej. temperaturas del evaporador y ambiente.

15 La sorprendente capacidad de las composiciones refrigerantes ternarias utilizadas en esta invención para correlacionarse sustancialmente con las características operativas de HCFC-22 en sistemas de refrigeración de baja temperatura a lo largo de un amplio intervalo de condiciones de refrigeración, p. ej. temperaturas del evaporador y ambiente, y la incapacidad de las composiciones dentro del alcance de la técnica anterior y de otras composiciones comparativas de correlacionarse sustancialmente con las características operativas de HCFC-22 de este tipo en estas clases de sistemas se ilustra mediante los siguientes ejemplos no limitantes.

20 Se preparó una composición ternaria produciendo una mezcla de los refrigerantes HFC-32, HFC-125 y HFC-134a en las cantidades indicadas en la siguiente Tabla 1. La composición se sometió a análisis termodinámico para determinar su capacidad de correlacionarse con las características operativas de HCFC-22 (R-22) en un sistema de refrigeración de baja temperatura. Este análisis se realizó utilizando las propiedades de la Base de Datos de Propiedades Termodinámicas y de Transporte de Fluidos de Referencia del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología (NIST) (Refprop 7.0, NIST Std. Database, 2002). Las hipótesis utilizadas para realizar los análisis son las siguientes. Todos los cálculos se realizaron asumiendo una temperatura de evaporación media de -31,7°C (-25°F) y un sobrecalentamiento total de 13,9°C (25°F) incluidos 5,5°C (10°F) útiles (en el evaporador). La temperatura de condensación media es igual a la temperatura ambiente más 8,3°C (15°F). La capacidad se basa en el desplazamiento del compresor de 0,028 m³/min (1 pie cúbico/min). La COP asume un 65% de eficacia del compresor isentrópica.

25 Los resultados de la predicción del rendimiento para la composición de esta invención con relación a HCFC-22 (R-22) se recogen en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1

Componentes de la composición (porcentaje en masa)	Temperatura ambiente °C (°F)	Capacidad Vatios (Btu/h)		Flujo másico kg/min (libras/min)		COP	
		Valor	% Relativo resp. al valor de HCFC-22	Valor	% Relativo resp. al valor de HCFC-22	Valor	% Relativo resp. al valor de HCFC-22
HCFC-22	15,5° (60°)	519 (1771)	N/D	0,184 (0,404)	N/D	2,08	N/D
	26,7° (80°)	487 (1662)	N/D	0,184 (0,404)	N/D	1,74	N/D
	35° (95°)	454 (1550)	N/D	0,184 (0,404)	N/D	1,46	N/D
HFC-32 (30%) HFC-125 (30%) HFC-134a (40%) [Composición de la invención]	15,5° (60°)	538 (1837)	103,7%	0,190 (0,419)	103,7%	1,97	94,7%
	26,7° (80°)	494 (1686)	101,4%	0,189 (0,416)	103,0%	1,62	93,1%
	35° (95°)	448 (1529)	98,6%	0,188 (0,413)	102,2%	1,34	91,8%
HFC-32 (25%) HFC-125 (35%) HFC-134a (40%) [Ejemplo de Referencia]	15,5° (60°)	520 (1776)	100,3%	0,194 (0,427)	105,7%	1,96	94,2%
	26,7° (80°)	476 (1623)	97,7%	0,193 (0,424)	105,0%	1,61	92,5%
	35° (95°)	430 (1466)	94,6%	0,191 (0,420)	104,0%	1,33	91,1%

5 La correlación sustancialmente idéntica de las características operativas de la composición refrigerante ternaria utilizada en esta invención con respecto a las de HCFC-22 demuestra que composiciones ternarias de este tipo pueden utilizarse para adaptar los existentes sistemas de refrigeración con contenido en refrigerante HCFC-22 de baja temperatura sin modificación significativa alguna de los componentes del sistema de refrigeración. Esta adaptación demuestra también que las composiciones de esta invención se pueden utilizar en cualquiera de un sistema de refrigeración de baja temperatura adecuado para uso con HCFC-22.

15 Una composición ternaria del tipo utilizado en esta invención, así como dos composiciones comparativas de acuerdo con la descripción en la publicación de la técnica anterior EP 0 509 673 A1, que comprende mezclas de los refrigerantes HFC-32, HFC-125 y HFC-134a en las cantidades indicadas en la siguiente Tabla 2, se sometieron a análisis termodinámico para determinar su capacidad de correlacionarse sustancialmente con las características operativas de HCFC-22 en un sistema de refrigeración de baja temperatura que funciona a una temperatura de evaporación de -31,7°C (-25°F) y una temperatura de condensación de 43,3°C (110°F). Este análisis se realizó utilizando las propiedades de la Base de Datos de Propiedades Termodinámicas y de Transporte de Fluidos de Referencia del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología (NIST) (Refprop 7.0, NIST Std. Database, 2002). Las hipótesis utilizadas para realizar los análisis son las siguientes. Todos los cálculos se realizaron asumiendo una temperatura de evaporación media de -31,7°C (-25°F) y un sobrecalentamiento total de 13,9°C (25°F) en el compresor, que incluye 5,5°C (10°F) útiles (en el evaporador). La temperatura de condensación media es igual a la temperatura ambiente más 8,3°C (15°F). La capacidad se basa en el desplazamiento del compresor de 0,028 m³/min (1 pie cúbico/min). La COP asume un 65% de eficacia del compresor isentrópica.

25 Los resultados del análisis termodinámico se reseñan en la Tabla 2.

Tabla 2

Componentes de la composición (porcentaje en peso)	Capacidad Varios (Btu/h)		Flujo másico kg/min (libras/min)	
	Valor	% Relativo resp. al valor de HCFC-22	Valor	% Relativo resp. al valor de HCFC-22
HCFC-22 (100%)	454 (1550)		0,184 (0,404)	
HFC-32 (35%) HFC-125 (10%) HFC-134a (55%) Composición comparativa	427 (1458)	94,1%	0,159 (0,350)	86,7%
HFC-32 (30%) HFC-125 (15%) HFC-134a (55%) Composición comparativa	411 (1402)	90,5%	0,161 (0,355)	88,0%
HFC-32 (30%) HFC-125 (30%) HFC-134a (40%) Composición de la invención	448 (1529)	98,6%	0,188 (0,413)	102,2%

5 Como se puede observar a partir de los datos anteriores, para las composiciones comparativas de la técnica anterior, sus características de funcionamiento no son sustancialmente idénticas a la característica de funcionamiento de HCFC-22 en la capacidad y el flujo másico y, por lo tanto, no se consideran adecuadas para reemplazar al refrigerante HCFC-22 en los sistemas de refrigeración de baja temperatura existentes sin la necesidad de cambiar otros componentes del sistema de refrigeración. En contraposición a ello, los datos para la composición
10 utilizada en esta invención son esencialmente idénticos a las características operativas del refrigerante HCFC-22 y, por lo tanto, son adecuados para reemplazar al refrigerante HCFC-22 en los sistemas de refrigeración de baja temperatura existentes, sin la necesidad de cambiar componentes del sistema de refrigeración. Esta correlación también demuestra que las composiciones utilizadas en esta invención se pueden utilizar en cualquier sistema de refrigeración de baja temperatura adecuado para uso con HCFC-22.

15 El carácter crítico de las proporciones de los componentes de la composición ternaria utilizada en la presente invención se demuestra por el siguiente ensayo comparativo. El ensayo comparativo, en relación con una composición de HCFC-22 (R-22), es un ensayo comparativo de una composición ternaria de esta invención (designada composición LT) y otras dos composiciones ternarias de referencia, que se encuentran fuera del alcance de esta invención (designadas LT1 y LT2) con dos composiciones ternarias de la técnica anterior estrechamente relacionadas (designadas R-407A y R-407C) con proporciones de los tres componentes fuera de los intervalos de las proporciones de componentes de esta invención. Las composiciones se identifican adicionalmente en la Tabla 3.

25 Comparación en un Sistema de Refrigeración Comercial Típico

Las composiciones se sometieron a ensayo con el refrigerante para el que se diseñó el sistema, HCFC-22, para servir como una línea base para subsiguientes ensayos. El rendimiento de la composición que encuentra uso en la invención era casi idéntico al de HCFC-22 (R-22) de la línea base. No había necesidad de ajustar la válvula de expansión, muchos menos de sustituirla. El caudal másico, la capacidad de refrigeración y la eficacia (COP) del refrigerante se correlacionaban con los de HCFC-22 dentro del error de medición esperado. Otros refrigerantes R-407A y R-407C no se comportaban adecuadamente. El utilizar estos refrigerantes comparativos requeriría de un
30 cambio de los componentes del sistema tales como la válvula de expansión y, posiblemente, el evaporador.

El equipo del sistema de refrigeración comercial empleado era una unidad de condensación comercialmente

disponible y un evaporador para un congelador/nevera portátil. Lo que sigue es una descripción detallada del equipo:

Unidad de Condensación

- 5 Unidad fabricada por Keeprite Refrigeration, Brantford, Ontario, modelo K350L2 exterior, enfriada por aire, baja temperatura, unidad de condensación R-22 equipada con:
compresor eléctrico 2DF-0300 Copeland de 460 voltios / 60 Hz. / 3 fases con enfriamiento a demanda para condiciones de baja temperatura y
10 compresor KAKA-020 Copeland para condiciones de temperatura superior, acumulador de succión, separador de aceite con solenoide, receptor, sistema de control de la presión de cabeza anegado de dos válvulas, y controles operativos estándar.

Evaporador

- 15 Unidad fabricada por Keeprite Refrigeration.
Descongelador eléctrico, modelo KUCB204DED, evaporador alimentado con DX de bajo perfil con:
calefactores de descongelación eléctricos de 230 voltios / 60 Hz. / 1 fase eléctrica, 5,1 kW (17.340 BTUH) α -28,9°C (-20°F). SST, TD 10 grados, flujo de aire de 3.200 CFM y distribuidor Sporlan y TXV.

- 20 El evaporador se instaló en una cámara controlada de manera ecológica que servía como el congelador/nevera portátil. La unidad de condensador se instaló en otra cámara para controlar la temperatura. Se añadió la instrumentación al sistema para medir el caudal másico de refrigerante, la presión y temperatura del refrigerante antes y después de cada uno de los componentes, temperatura del aire y flujo de entrada/salida del evaporador y condensador, y energía a la unidad de condensación y el evaporador. Los ensayos se realizaron a dos temperaturas del congelador típicas (-17,8°C (0°F) y -26,1°C (-15°F)), dos temperaturas típicas de la nevera portátil (1,7°C (35°F) y 10°C (50°F)) y un intervalo de temperaturas ambiente de 12,8°C (55°F) a 35°C (95°F). Debe señalarse que las temperaturas del refrigerante eran típicamente 8,3 a 11,1°C (15 a 20°F) menores que las temperaturas de la cámara.

- 30 Un caudalímetro de tipo coriolis se instaló en la tubería de líquido, detrás del receptor del líquido y delante de la válvula de expansión con el fin de medir el caudal másico de refrigerante. Este caudalímetro es un modelo Micromotion CMF025 con una precisión de 0,1% del flujo medido.

- 35 Las presiones se midieron utilizando transductores Honeywell TJE con intervalos variados dependiendo de la localización (0-21 kg/cm², 0-35 kg/cm²). La precisión es \pm 0,1% de la escala completa. El punto de rocío de las composiciones refrigerantes se determinó a partir de Refrop 7.0 – NIST, utilizando la presión medida directamente a la salida del evaporador.

- 40 La temperatura a la salida del evaporador se midió directamente utilizando Termopares tipo T fabricados por Omega. El intervalo de funcionamiento de estos Termopares tipo T es de -40°C (-40°F) a 125°C (257°F) con una precisión estimada de \pm 0,2°C. El sobrecalentamiento del refrigerante se calculó luego utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Sobrecalentamiento} = \text{Temperatura a la Salida del evaporador} - \text{Punto de rocío}$$

- 45 Se pueden utilizar otros muchos dispositivos conocidos por la persona experta para determinar los valores de temperatura y presión. Otros dispositivos adecuados para medir la presión en la válvula de servicio de la tubería de succión incluyen los Colectores de Ensayo y Carga TITAN[®] de 2 válvulas y 4 válvulas y BRUTE II[®] de 4 válvulas fabricados por Ritchie Engineering. Dispositivos adecuados para medir la temperatura de la tubería de succión incluyen los termómetros digitales de la gama 69200, fabricados por Ritchie Engineering.

- 50 El consumo de energía de los diferentes componentes de la refrigeración se midió utilizando transductores de energía OHIO Semitronics. Debido al intervalo variado, se utilizó un modelo GW5-002X5 (0-1000 W) para el ventilador del condensador, se utilizó un modelo GW5-002X5-Y21 (0-500 W) para el ventilador del evaporador y se utilizó un modelo GW5-023X5 (0-8000 W) para el compresor. La precisión de estos transductores es de 0,2% de la escala completa. El consumo de energía se calculó utilizando la siguiente ecuación:

- 55
$$\text{Energía Total} = \text{Energía del Ventilador del Evaporador} + \text{Energía del Ventilador del Condensador} + \text{Energía del Compresor}$$

- 60 La capacidad refrigerante se calculó utilizando la siguiente ecuación:

Capacidad = Flujo Másico x (Entalpía a la Salida del Evaporador – Entalpía a la Entrada del Evaporador)

en donde el flujo másico se mide directamente tal como se indica arriba, la entalpía a la entrada del evaporador es la entalpía del líquido saturado para la temperatura a la entrada de la válvula de expansión (valor extraído de Refprop 7.0 – NIST) y la entalpía a la salida del evaporador se obtiene a partir de Refprop 7.0 – NIST utilizando las mediciones directas de temperatura y presión a la salida del evaporador. La precisión estimada es $\pm 3\%$ del valor reseñado.

Las composiciones sometidas a ensayo eran como sigue.

Tabla 3

Nombre o Designación Comercial	Refrigerantes sometidos a ensayo % en peso		
	R-32	R-125	R-134a
LT	30	30	40
*LT1	25	35	40
*LT2	35	25	40
R-407A	20	40	40
R-407C	23	25	52

R-404a se compone de 44% en peso de HFC-125, 52% en peso de HFC-143a y 4% en peso de HFC-134a. Es un refrigerante de baja temperatura habitual. El * designa composiciones de referencia.

Los resultados de las series de ensayo se muestran en las Tablas 4 a 7. Se llevaron a cabo ensayos comparativos adicionales en las composiciones R-407B, R-407D y R-407E de la técnica anterior. Los resultados de estos ensayos se muestran en las Tablas 9 y 10. La Tabla 4 lista el sobrecalentamiento a la salida del evaporador. Con el fin de que el sistema funcione de manera fiable y eficaz, el sobrecalentamiento debería estar en el intervalo de 4,4 a 8,9°C (8 a 16°F) para temperaturas moderadas (p. ej. Temp. del Refrigerador de 1,7°C (35°F) y 10°C (50°F)), en el intervalo de 4,4 a 6,7°C (8 a 12°F) para temperaturas moderadamente bajas (p. ej. Temp. del Congelador -17,8°C (0°F)) y en el intervalo de 2,2 a 4,4°C (4 a 8°F) para temperaturas muy bajas (p. ej. Temp. del Congelador de -26,1°C (-15°F)) (Ref: Sporlan Valve Company, Boletín de Válvulas de Expansión). Si el sobrecalentamiento es demasiado bajo o negativo, el refrigerante se encuentra en la región de dos fases (líquido y vapor), y el refrigerante líquido puede abandonar el evaporador y provocar en potencia daños al compresor. Si el sobrecalentamiento es demasiado elevado, la capacidad y eficacia del sistema sufren y también podrían provocar problemas de fiabilidad debido a temperaturas de descarga del compresor elevadas.

Tabla 4

Sobrecalentamiento del Evaporador °C (°F)

Temp.. de la cámara °C (°F)	Temp .. aprox . Evap. °C (°F)	Temp.. del exterior °C (°F)	Refrigerante									
			R-22	LT	LT1	LT2	R-407A		R-407C		R-404A	
							Sin Aj.	Aj. TXV	Sin Aj.	Aj. TXV	Sin Aj.	Aj. TXV
-26,1 (-15)	-34,4 (-30)	12,8	3,77	4,11	3,88	2,81 (5,06)	1,21	-	-0,28 (-	-	10,79	-
		(55)	(6,78)	(7,39)	(6,99)	3,13 (5,63)	(2,18)	-	0,51)	-	(19,43)	-
		23,9	3,78	2,46	3,61	2,81 (5,06)	0,11	2,72	-0,85 (-	-	9,61	-
		(75)	(6,80)	(4,42)	(6,32)		(0,20)	(4,90)	1,53)		(17,30)	
35,0	2,74	1,62	1,06		-0,28 (-		-0,69 (-		8,60			
	(95)	(4,94)	(2,92)	(1,90)		0,50)		1,25)		(15,48)		
-17,8 (0)	-28,9 (-20)	12,8	6,38	6,43	6,42	5,83	4,31	-	3,27	-	13,91	-
		(55)	(11,44)	(11,57)	(11,56)	(10,49)	(7,76)	-	(5,88)	5,83	(25,04)	-
		23,9	6,68	6,14	5,39	6,23	4,82	10	2,69	(10,50)	13,51	6,94
		(75)	(11,99)	(11,05)	(9,70)	(11,22)	(8,67)	(5,50)	(4,84)	4,72	(24,32)	(12,5
35,0	5,53	4,98	5,08	6,38	4,18		2,31	(8,50)	11,96	0)		
	(95)	(9,95)	(8,97)	(9,14)	(11,48)	(7,48)		(4,15)		(21,52)		
1,7 (35)	-9,4 (15)	12,8	6,48	7,66	6,78	8,08	6,33	-	3,82	-	12,98	-
		(55)	(11,66)	(13,78)	(12,21)	(14,55)	(11,39)	-	(6,88)	-	(23,36)	-
		26,7	5,99	6,41	6,07	6,99	5,62	-	3,62	-	11,93	5,43
		(80)	(10,78)	(11,54)	(10,93)	(12,59)	(10,12)		(6,52)		(21,48)	(9,77)
35,0	5,04	5,77	5,56	6,54	5,06		3,08		10,89			
	(95)	(9,08)	(10,39)	(10,01)	(11,78)	(9,11)		(5,55)		(19,78)		
10 (50)	-1,1 (30)	12,8	6,70	9,36	8,38	9,21	8,29	-	5,29	-	15,06	-
		(55)	(12,08)	(16,85)	(15,08)	(16,58)	(14,93)	-	(9,53)	-	(27,11)	-
		26,7	6,74	7,27	7,28	8,27	6,76	-	4,81	-	13,26	-
		(80)	(12,13)	(13,09)	(13,11)	(14,89)	(12,16)		(8,65)		(23,86)	
35,0	5,79	6,58	6,67	7,51	5,94		4,12		12,16			
	(95)	(10,43)	(11,86)	(12,00)	(13,52)	(10,69)		(7,41)		(21,89)		

5

A partir de los resultados, resulta claro que para los refrigerantes R-407A, R-407C y R-404A, la válvula de expansión necesita ser ajustada o cambiada. R-407A y R-407C permiten que el líquido abandone el evaporador a baja temperatura (señalada por números de sobrecalentamiento negativos). R-404A tiene un sobrecalentamiento demasiado elevado, lo cual conduce a un comportamiento de refrigeración deficiente.

10

El flujo másico, la capacidad de refrigeración y la eficacia (COP) del refrigerante se muestran con relación a R-22 en las siguientes tres tablas. LT muestra consistentemente un comportamiento equiparable al del refrigerante para el que se diseñó que funcionara el sistema, R-22. Esto es especialmente cierto para la mezcla de LT a la temperatura ambiente más elevada, tanto para temperaturas del congelador de -17,8°C (0°F) como de -26,1°C (-15°F), en que la correlación con el flujo másico y la capacidad con R-22 es la más crítica (punto de diseño del sistema). Las composiciones LT1 y LT2 de referencia muestran también un comportamiento aceptable, considerando que no se necesita ajuste ni cambio alguno de la válvula de expansión.

15

ES 2 439 628 T3

Tabla 5

Flujo Másico del Refrigerante con Relación a R-22

Temp. de la cámara °C (°F)	Temp. aprox. Evap. °C (°F)	Temp. del exterior °C (°F)	Refrigerante								
			LT	LT1	LT2	R-407A		R-407C		R-404A	
						Sin Aj.	Aj. TXV	Sin Aj.	Aj. TXV	Sin Aj.	Aj. TXV
-26,1 (-15)	-34,4 (-30)	12,8 (55)	99%	98%	97%	111%	-	98%	-	122%	-
		23,9 (75)	101%	98%	97%	110%	-	101%	-	121%	-
		35,0 (95)	101%	96%	100%	115%	90%	97%	-	124%	-
-17,8 (0)	-28,9 (-20)	12,8 (55)	95%	100%	94%	103%	-	95%	-	112%	-
		23,9 (75)	100%	102%	88%	105%	-	94%	86%	116%	-
		35,0 (95)	101%	103%	93%	108%	92%	97%	90%	121%	145%
1,7 (35)	-9,4 (15)	12,8 (55)	98%	100%	93%	106%	-	100%	-	114%	-
		26,7 (80)	98%	99%	91%	104%	-	98%	-	113%	-
		35,0 (95)	97%	97%	90%	104%	-	97%	-	110%	135%
10 (50)	-1,1 (30)	12,8 (55)	97%	99%	89%	104%	-	99%	-	109%	-
		26,7 (80)	99%	101%	90%	107%	-	99%	-	111%	-
		35,0 (95)	98%	100%	90%	107%	-	98%	-	113%	-
Media de Todas las Condiciones			99%	99%	93%	107%	91%	98%	88%	115%	140%

5

ES 2 439 628 T3

Tabla 6

Capacidad de Refrigeración con Relación a R-22

Temp. de la cámara °C (°F)	Temp. aprox. Evap. °C (°F)	Temp. del exterior °C (°F)	Refrigerante								
			LT	LT1	LT2	R-407A		R-407C		R-404A	
						Sin Aj.	Aj. TXV	Sin Aj.	Aj. TXV	Sin Aj.	Aj. TXV
-26,1 (-15)	-34,4 (-30)	12,8	99%	90%	97%	95%	-	91%	-	88%	-
		(55)	103%	94%	104%	98%	-	99%	-	87%	-
		23,9	99%	89%	104%	99%	80%	93%	-	83%	-
		(75)									
		35,0									
		(95)									
-17,8 (0)	-28,9 (-20)	12,8	99%	96%	100%	92%	-	94%	-	82%	-
		(55)	101%	96%	93%	94%	-	91%	85%	83%	-
		23,9	99%	95%	97%	93%	80%	92%	88%	81%	91%
		(75)									
		35,0									
		(95)									
1,7 (35)	-9,4 (15)	12,8	104%	99%	103%	100%	-	101%	-	90%	-
		(55)	99%	96%	97%	95%	-	97%	-	84%	-
		26,7	97%	92%	95%	93%	-	94%	-	78%	92%
		(80)									
		35,0									
		(95)									
10 (50)	-1,1 (30)	12,8	104%	100%	100%	100%	-	100%	-	89%	-
		(55)	99%	97%	96%	97%	-	97%	-	83%	-
		26,7	98%	96%	95%	98%	-	96%	-	81%	-
		(80)									
		35,0									
		(95)									
Media de Todas las Condiciones			100%	96%	97%	96%	80%	96%	87%	84%	92%

ES 2 439 628 T3

Tabla 7

COP (Eficacia) con Relación a R-22

Temp. de la cámara °C (°F)	Temp. aprox. Evap. °C (°F)	Temp. del exterior °C (°F)	Refrigerante								
			LT	LT1	LT2	R-407A		R-407C		R-404A	
						Sin Aj.	Aj. TXV	Sin Aj.	Aj. TXV	Sin Aj.	Aj. TXV
-26,1 (-15)	-34,4 (-30)	12,8 (55)	99%	94%	94%	95%	-	95%	-	90%	-
		23,9 (75)	101%	97%	101%	99%	-	102%	-	86%	-
		35,0 (95)	98%	94%	101%	99%	89%	100%	-	84%	-
-17,8 (0)	-28,9 (-20)	12,8 (55)	100%	98%	98%	92%	-	99%	-	83%	-
		23,9 (75)	100%	96%	92%	94%	-	95%	92%	83%	-
		35,0 (95)	94%	95%	93%	93%	85%	96%	93%	80%	83%
1,7 (35)	-9,4 (15)	12,8 (55)	106%	103%	105%	104%	-	105%	-	94%	-
		26,7 (80)	98%	98%	96%	98%	-	101%	-	87%	-
		35,0 (95)	92%	91%	91%	92%	-	95%	-	78%	87%
10 (50)	-1,1 (30)	12,8 (55)	105%	102%	102%	103%	-	103%	-	91%	-
		26,7 (80)	95%	94%	91%	95%	-	98%	-	81%	-
		35,0 (95)	93%	93%	90%	93%	-	96%	-	80%	-
Media de Todas las Condiciones			98%	96%	96%	97%	87%	99%	92%	85%	85%

5

Tabla 8

Ajustes de la Válvula de Expansión Impacto sobre el Comportamiento					
Refrigerante	Condición	Sobrecalentamiento	Flujo Másico kg/h (lb/h)	Capacidad kW (Btu/h)	COP
R-404A	-17,8°C/35°C (0°F/95°F)	6,9°C (12,5°F)	160,8 (354,6) 145%	4,3 (14846) 91%	0,96 83%
R-404A	-1,7°C/35°C (35°F/95°F)	5,4°C (9,8°F)	114,8 (253,2) 135%	3,6 (12198) 92%	1,38 87%
R-407C	-17,8°C/35°C (0°F/95°F)	4,7°C (8,5°F)	100,4 (221,4) 90%	4,2 (14215) 88%	1,08 93%
R-407C	-17,8°C/23,9°C (0°F/75°F)	5,8°C (10,5°F)	97,0 (213,8) 86%	4,4 (15087) 85%	1,22 92%
R-407A	-26,1°C/35°C (-15°F/95°F)	2,7°C (4,9°F)	69,4 (153,0) 90%	2,6 (9047) 80%	0,82 89%
R-407A	-17,8°C/35°C (0°F/95°F)	5,5°C (10,0°F)	102,1 (225,0) 92%	3,8 (13000) 80%	0,99 85%

Condición significa temperatura de la cámara/exterior

10

Tabla 9

Nombre del refrigerante	Composición (% en peso) 32/125/134a excepto 404A 125/143a/134a	Sobrecalentamiento 2,2 a 4,4°C (4 a 8°F) (intervalo correspondiente de la reivindicación)	Capacidad Con relación a R-22 (%)	COP Con relación a R-22 (%)	Flujo Másico Con relación a R-22 (%)
407B	10/70/20	6 (10,8)	82,0	88,8	114,8
407D	15/15/70	-4,1 (-7,4)	98,3	107,0	101,2
407E	25/15/60	-2,2 (-3,9)	97,0	104,9	92,3

- 5
- i) Temperatura de la Caja = -26,1°C (-15°F)
 - ii) Temperatura del Evaporador = -34,4°C (-30°F)
 - iii) Temperatura Exterior = 35°C (95°F)

Tabla 10

10

Nombre del refrigerante	Composición (% en peso) 32/125/134a excepto 404A 125/143a/134a	Sobrecalentamiento 4,4° a 6,7°C (8 a 12°F) (intervalo correspondiente de la reivindicación)	Capacidad Con relación a R-22 (%)	COP Con relación a R-22 (%)	Flujo Másico Con relación a R-22 (%)
407B	10/70/20	9,6 (17,3)	80,2	82,9	114,1
407D	15/15/70	-1,7 (-3,1)	91,9	102,2	96,5
407E	25/15/60	0,7 (1,2)	94,0	100,0	91,6

- 15
- i) Temperatura de la Caja = -17,8°C (0°F)
 - ii) Temperatura del Evaporador = -26,1°C (-15°F)
 - iii) Temperatura Exterior = 35°C (95°F)

20

A primera vista, el comportamiento de R-407A y R-407C parece aceptable, pero la válvula de expansión de R-22 no funciona satisfactoriamente a lo largo del intervalo operativo, no proporcionando con ello el sobrecalentamiento (aumento de la temperatura) requerido, sin una modificación del sistema de refrigeración. Esto necesita, como mínimo, un ajuste de este componente, válvula de expansión, para aumentar el sobrecalentamiento. Las columnas "Aj. TXV" y la Tabla 8 muestran el impacto sobre el rendimiento de un ajuste de este tipo. La capacidad y el COP se ven afectados, dando como resultado un rendimiento significativamente menor que R-22 y las mezclas de LT. La capacidad de R-407C cae a sólo 88% de la de R-22 en el punto de diseño crítico. De igual manera, R-407A tiene una capacidad significativamente menor. El rendimiento original de R-404A mostró un sobrecalentamiento demasiado grande, de modo que la válvula de expansión se ajustó para reducir el sobrecalentamiento. El rendimiento mejorado seguía siendo, sin embargo, considerablemente menor que el de R-22 y las mezclas de LT. Debe señalarse que los datos de TXV ajustados para R-407A a -17,8°C /35°C (0°F / 95°F) se extrapolaron de los datos de ensayo reales a sobrecalentamientos menores (2,9 a 3,7°C (5,2 a 6,6°F)).

30

Los resultados del ensayo en la Tabla 9 miden la característica operativa de sobrecalentamiento, capacidad de refrigeración, COP y caudal másico para las composiciones R-407B, R-407D y R-407E de la técnica anterior, en donde la temperatura de la caja es -26,1°C (-15°F), la temperatura del evaporador es -34,4°C (-30°F) y la temperatura exterior es 35°C (95°F). R-407B exhibe un rendimiento significativamente menor con relación a R-22 (véanse los parámetros de capacidad y COP). R-407D y R-407E permiten ambos que el líquido abandone el evaporador a una baja temperatura (indicada por números de sobrecalentamiento negativos). La Tabla 10 muestra la medición de las mismas características, pero en este caso, la temperatura de la caja es -17,8°C (0°F) y la temperatura del evaporador es -26,1°C (-15°F). De nuevo, R-407B exhibe un rendimiento significativamente más

35

bajo con relación a R-22. R-407D y R-407E permiten que el líquido abandone el evaporador a una baja temperatura (valor de sobrecalentamiento negativo). El valor del sobrecalentamiento de R-407E es positivo en este caso, pero debería estar en el intervalo de aproximadamente 2,2° a aproximadamente 4,4°C (aproximadamente 4° a aproximadamente 8°F) para Temperaturas de la Caja o del Congelador moderadamente bajas (p. ej. -17,8°C (0°F)).
 5 Los datos en las Tablas 9 y 10 demuestran que estas composiciones de la técnica anterior no son capaces de mantener niveles de sobrecalentamiento aceptables ni una capacidad de refrigeración aceptable a lo largo de todo el intervalo de la refrigeración de temperatura moderada a baja.

Las composiciones utilizadas en la presente invención son composiciones refrigerantes aceptables para sustituir a composiciones refrigerantes R-22 en aplicaciones y sistemas refrigerantes tanto de temperatura moderada como baja. Estas composiciones son capaces de mantener niveles de sobrecalentamiento aceptables y una capacidad de refrigeración aceptable a lo largo de todo el intervalo de refrigeración de temperatura moderada a baja. En contraposición, las composiciones de la técnica anterior, que incluyen las composiciones R-404A, R-407A y R-407C, no poseen la capacidad de proporcionar una refrigeración aceptable a una temperatura de refrigeración tanto moderada como baja, dado que son incapaces de proporcionar niveles de sobrecalentamiento y una capacidad de refrigeración aceptables.
 10
 15

Aun cuando la invención se ha descrito en esta memoria con referencia a las realizaciones específicas de la misma, se apreciará que se pueden realizar cambios, modificaciones y variaciones sin apartarse del espíritu y alcance del concepto de la invención descrito en esta memoria. Por consiguiente, se pretende abarcar todos estos cambios, modificaciones y variaciones que caigan dentro del espíritu y alcance de las reivindicaciones anejas.
 20

Realizaciones numeradas

25 Realización Numerada 1

Un procedimiento para producir refrigeración de baja temperatura en un sistema de refrigeración de baja temperatura adecuado para uso con refrigerante clorodifluorometano (HCFC-22) que alcanza y mantiene una temperatura del evaporador inferior a 0°C (32°F), aproximadamente -10°C (14°F) o inferior, aproximadamente -15°C (5°F) o inferior o aproximadamente -30°C (-22°F) o inferior, comprendiendo el procedimiento condensar un refrigerante y después de ello, evaporar el refrigerante en la proximidad de un cuerpo a enfriar, en donde la composición refrigerante comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 32% en masa de difluorometano (HFC-32), de aproximadamente 28 a aproximadamente 32% en masa de pentafluoroetano (HFC-125) y de aproximadamente 38 a aproximadamente 42% en masa de tetrafluoroetano (HFC-134a), con lo que estos tres componentes están presentes en la composición refrigerante de modo que la característica operativa de sobrecalentamiento proporcionada durante la refrigeración se encuentra en el intervalo de aproximadamente 4,4 a aproximadamente 8,9°C (aproximadamente 8° a aproximadamente 16°F) para un intervalo de temperaturas de evaporación de aproximadamente -9,4 a -1,1°C (aproximadamente 15 a 30°F), en el intervalo de aproximadamente 4,4° a aproximadamente 6,7°C (aproximadamente 8° a aproximadamente 12°F) para una temperatura de evaporación de aproximadamente -26,1°C (-15°F) o en el intervalo de aproximadamente 2,2° a aproximadamente 4,4°C (aproximadamente 4° a aproximadamente 8°F) para una temperatura de evaporación de aproximadamente -34,4°C (-30°F), y las características operativas de la composición refrigerante con respecto a refrigeración, capacidad, eficacia (COP) y flujo másico, cuando se emplea como el refrigerante en el sistema de refrigeración, son cada una al menos aproximadamente el 90%, preferiblemente al menos aproximadamente el 95% de las características operativas si se empleara clorodifluorometano (HCFC-22) como refrigerante en dicho sistema de refrigeración en condiciones de refrigeración idénticas.
 30
 35
 40
 45

Realización Número 2

Un sistema de refrigeración de baja temperatura adecuado para uso con refrigerante clorodifluorometano (HCFC-22), siendo capaz el sistema de refrigeración de baja temperatura de producir refrigeración de baja temperatura que alcanza y mantiene una temperatura del evaporador inferior a 0°C (32°F), aproximadamente -10°C (14°F) o inferior, aproximadamente -15°C (5°F) o inferior o aproximadamente -30°C (-22°F) o inferior, comprendiendo el sistema un condensador, un evaporador y una composición refrigerante, en donde la composición refrigerante comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 32% en masa de difluorometano (HFC-32), de aproximadamente 28 a aproximadamente 32% en masa de pentafluoroetano (HFC-125) y de aproximadamente 38 a aproximadamente 42% en masa de tetrafluoroetano (HFC-134a), con lo que estos tres componentes están presentes en la composición refrigerante de modo que la característica operativa de sobrecalentamiento proporcionada durante la refrigeración se encuentra en el intervalo de aproximadamente 4,4 a aproximadamente 8,9°C (aproximadamente 8° a aproximadamente 16°F) para un intervalo de temperaturas de evaporación de aproximadamente -9,4 a -1,1°C
 50
 55
 60

5 (aproximadamente 15 a 30°F), en el intervalo de aproximadamente 4,4° a aproximadamente 6,7°C (aproximadamente 8° a aproximadamente 12°F) para una temperatura de evaporación de aproximadamente -26,1°C (-15°F) o en el intervalo de aproximadamente 2,2° a aproximadamente 4,4°C (aproximadamente 4° a aproximadamente 8°F) para una temperatura de evaporación de aproximadamente -34,4°C (-30°F), y las características operativas de la composición refrigerante con respecto a refrigeración, capacidad, eficacia (COP) y flujo másico, cuando se emplea como el refrigerante en el sistema de refrigeración, sería cada una al menos aproximadamente el 90%, preferiblemente al menos aproximadamente el 95% de las características operativas si se empleara clorodifluorometano (HCFC-22) como refrigerante en dicho sistema de refrigeración en condiciones de refrigeración idénticas.

10

REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento para producir refrigeración de baja temperatura en un sistema de refrigeración, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- 5 i) condensar una composición refrigerante que comprende (a) 28-32% en peso de difluorometano (HFC-32), (b) 28-32% en peso de pentafluoretano (HFC-125) y (c) 38-42% en peso de tetrafluoroetano (HFC-134a); y
ii) evaporar la composición en la proximidad de un cuerpo a ser refrigerado, en donde la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración se encuentra por debajo de 0°C (32°F).
- 10 2.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los componentes a), b) y c) comprenden esencialmente toda la composición refrigerante.
- 15 3.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que la composición refrigerante comprende a) aproximadamente 30% en peso de difluorometano (HFC-32), b) aproximadamente 30% en peso de pentafluoretano (HFC-125) y c) aproximadamente 40% en peso de tetrafluoroetano (HFC-134a).
- 20 4.- Un procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es -10°C (14°F) o inferior.
- 5.- Un procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es -15°C (5°F) o inferior.
- 25 6.- Un procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es -30°C (-22°F) o inferior.
- 7.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración se encuentra en el intervalo de menos de 0°C (32°F) a -30°C (-22°F).
- 30 8.- Un procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la composición refrigerante tiene una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración de al menos 1,1°C (2°F).
- 9.- Un procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la composición refrigerante tiene una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración en el intervalo de:
- 35 a) de 4,4°C (8°F) a 8,9°C (16°F) para un intervalo de temperaturas del evaporador de -9,4°C (15°F) a -1,1°C (30°F);
b) de 4,4°C (8°F) a 6,7°C (12°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -26,1°C (-15°F); o
c) de 2,2°C (4°F) a 4,4°C (8°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -34,4°C (-30°F).
- 40 10.- Un procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el sistema de refrigeración es adecuado para uso con clorodifluorometano (HFC-22) y la composición refrigerante se sustituye por HFC-22 en el sistema.
- 11.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el cuerpo a enfriar es un alimento, y el alimento se enfría hasta -23,3°C (-10°F) o inferior.
- 45 12.- Un sistema de refrigeración que comprende un condensador, un evaporador y una composición refrigerante según se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración se encuentra por debajo de 0°C.
- 50 13.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en donde la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es -10°C (14°F) o inferior.
- 14.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en donde la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es -15°C (5°F) o inferior.
- 55 15.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en donde la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración es -30°C (-22°F) o inferior.
- 60 16.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en donde la temperatura del evaporador del sistema de refrigeración se encuentra en el intervalo de menos de 0°C (32°F) a -30°C (-22°F).

ES 2 439 628 T3

- 17.- Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, en donde la composición refrigerante tiene una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración de al menos 1,1°C (2°F).
- 5 18.- Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, en el que la composición refrigerante tiene una característica operativa de sobrecalentamiento durante la refrigeración en el intervalo de:
a) de 4,4°C (8°F) a 8,9°C (16°F) para un intervalo de temperaturas del evaporador de -9,4°C (15°F) a -1,1°C (30°F);
b) de 4,4°C (8°F) a 6,7°C (12°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -26,1°C (-15°F); o
c) de 2,2°C (4°F) a 4,4°C (8°F) para una temperatura del evaporador de aproximadamente -34,4°C (-30°F).
- 10 19.- Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 18, en donde el sistema de refrigeración es adecuado para uso con clorodifluorometano (HFC-22) y una composición refrigerante según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 está sustituida por HFC-22 en el sistema.
- 15 20.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en donde la composición refrigerante es como se define en la reivindicación 3, y en donde el sistema es un congelador que puede funcionar a una temperatura de la caja de -17,8°C (0°F).
- 20 21.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en donde la composición refrigerante es como se define en la reivindicación 3, y en donde el sistema es un congelador que puede funcionar a una temperatura de la caja de -26,1°C (-15°F).

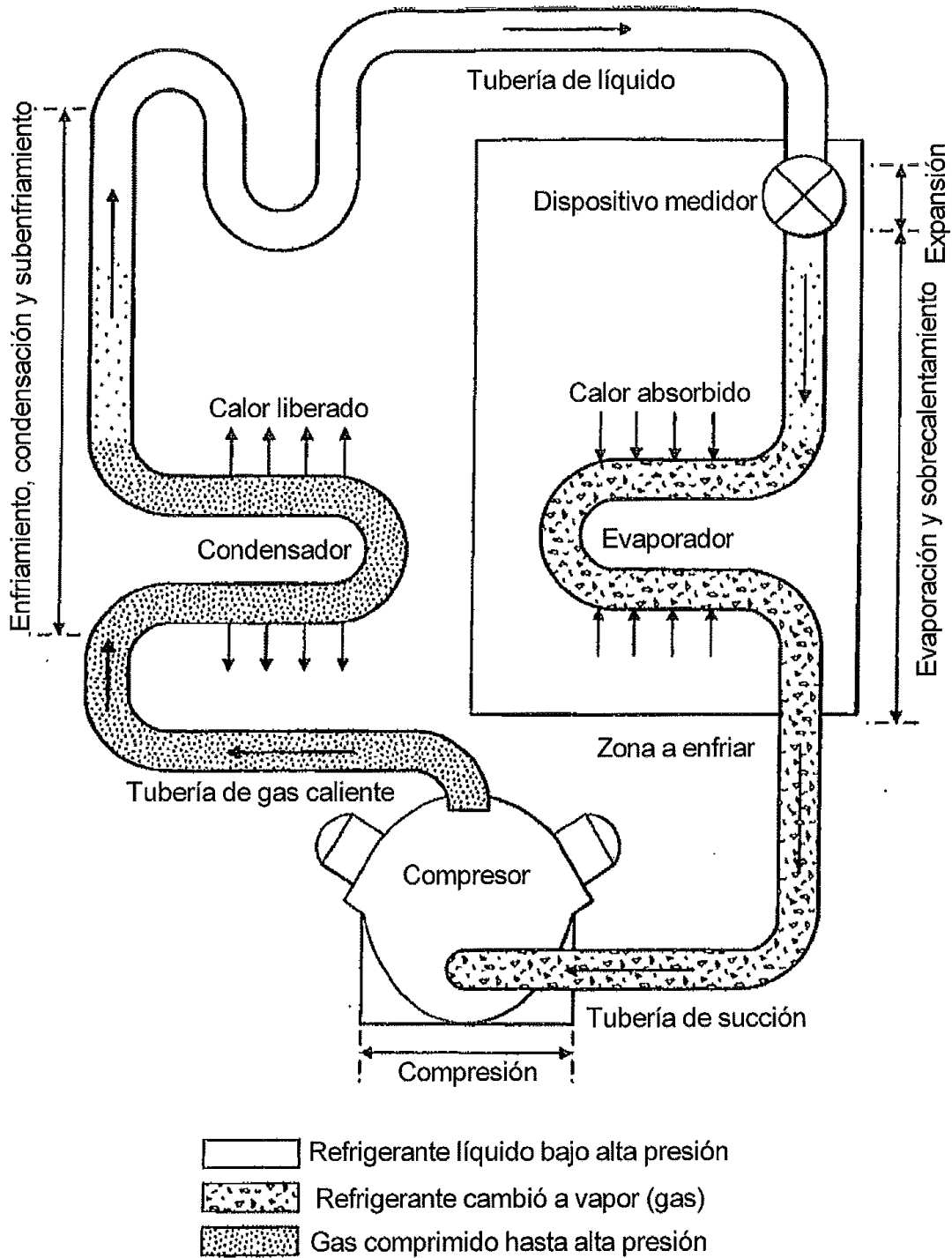


FIG. 1

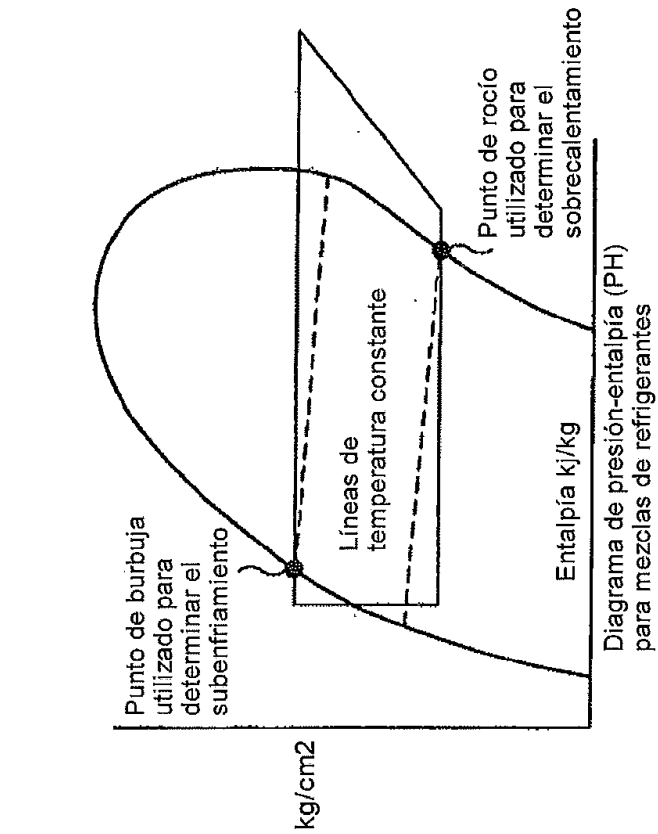


FIG. 2

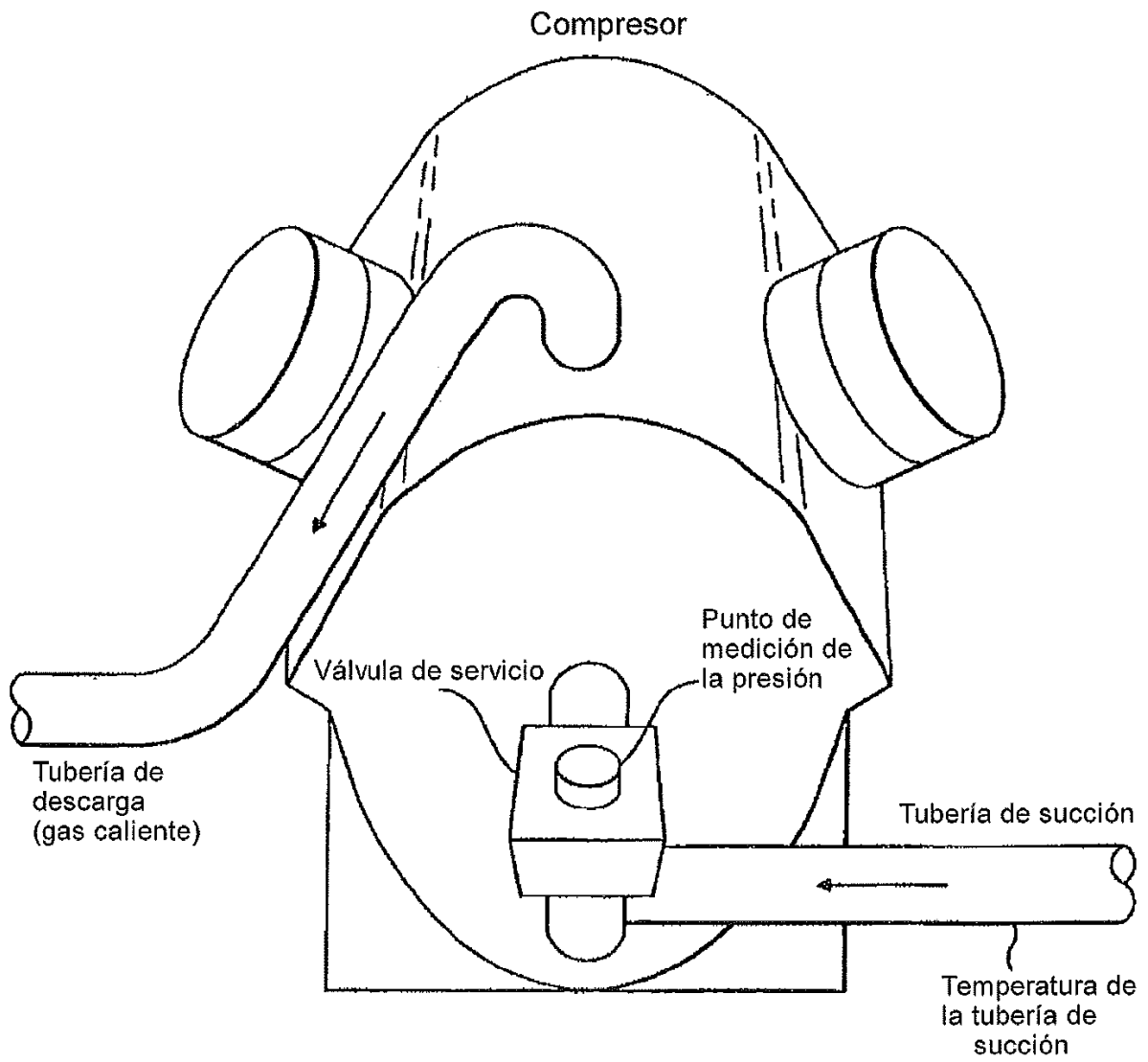


FIG. 3