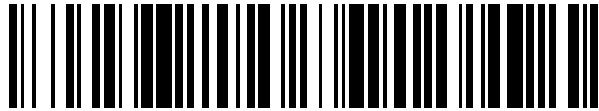


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 411**

51 Int. Cl.:

C09K 5/04 (2006.01)

C10M 171/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2009 PCT/US2009/036268**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.09.2009 WO09114398**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2009 E 09719624 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2247562**

54 Título: **Uso del R-1233 en enfriadores de líquidos**

30 Prioridad:

07.03.2008 US 34513

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

27.02.2018

73 Titular/es:

**ARKEMA, INC. (100.0%)
2000 Market Street
Philadelphia, Pennsylvania 19103, US**

72 Inventor/es:

**VAN HORN, BRETT L. y
BONNET, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 656 411 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

Uso del R-1233 en enfriadores de líquidos

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere al uso de cloro-trifluoropropenos como refrigerantes en enfriadores de líquidos a presión negativa. Los cloro-trifluoropropenos, particularmente el 1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno, tienen una alta eficiencia y una inesperadamente alta capacidad en aplicaciones de enfriadores de líquidos y son útiles como refrigerantes más sostenibles desde el punto de vista ambiental para tales aplicaciones, incluida la sustitución del R-123 y del R-11. Los cloro-trifluoropropenos se pueden usar en nuevas aplicaciones de enfriadores o como relleno o recondicionamiento donde se elimina el refrigerante de un enfriador existente y se añaden los cloro-trifluoropropenos de la presente invención.

Antecedentes de la invención

15 Con la continua presión regulatoria, existe una creciente necesidad de identificar más sustitutos ambientalmente sostenibles para refrigerantes, fluidos de transferencia de calor, agentes espumantes, disolventes y aerosoles con menores potenciales de agotamiento de la capa de ozono y de calentamiento global. Los clorofluorocarburos (CFC) y los hidroclorofluorocarburos (HCFC), ampliamente usados para estas aplicaciones, son sustancias que agotan la capa de ozono y se están eliminando progresivamente de conformidad con las directrices del Protocolo de Montreal. Los hidrofluorocarburos (HFC) son un sustituto líder para los CFC y los HCFC en muchas aplicaciones; aunque se los considera "amigables" con la capa de ozono, en general todavía poseen un alto potencial de calentamiento global. Una nueva clase de compuestos que se han identificado para sustituir las sustancias que agotan la capa de ozono o que tienen un alto potencial de calentamiento global son las olefinas halogenadas, tales como las hidrofluoroolefinas (HFO) y las hidroclorofluoroolefinas (HCFO). En la presente invención, se descubrió que los cloro-trifluoropropenos son refrigerantes particularmente útiles de sistemas de enfriadores de líquidos, particularmente en sistemas de enfriadores a presión negativa, tales como para la sustitución del R-11 y del R-123.

25 Con la continua presión regulatoria, existe una creciente necesidad de identificar más sustitutos ambientalmente sostenibles para refrigerantes, fluidos de transferencia de calor, agentes espumantes, solventes y aerosoles con menores potenciales de agotamiento del ozono y de calentamiento global. Los clorofluorocarburos (CFC) y los hidroclorofluorocarburos (HCFC), ampliamente usados para estas aplicaciones, son sustancias que agotan la capa de ozono y se están eliminando gradualmente de conformidad con las directrices del Protocolo de Montreal. Los hidrofluorocarburos (HFC) son un sustituto líder para los CFC y los HCFC en muchas aplicaciones; aunque se los considera "amigables" con la capa de ozono, en general todavía poseen un alto potencial de calentamiento global. Una nueva clase de compuestos que se han identificado para sustituir las sustancias que agotan la capa de ozono o que tienen un alto potencial de calentamiento global son las olefinas halogenadas, tales como las hidrofluoroolefinas (HFO) y las hidroclorofluoroolefinas (HCFO). Las HFO y las HCFO proporcionan un bajo potencial de calentamiento global y propiedades de agotamiento de la capa ozono cero o casi nulas.

35 El Documento de Patente de los EE.UU. de número US 2007007488 se refiere a composiciones que contienen olefinas sustituidas con flúor, y muestra un número de usos tales como transferencia de calor, soplado de espumas, disolvente, extracción de sabores y fragancias, propelente y aerosol. El Documento de Patente de los EE.UU. de número US 7442321 describe composiciones de tipo azeótropo que comprenden 1,1,1-trifluoro-3-cloropropeno y trans-1,2-dicloroetileno, y los usos de los mismos, incluyendo refrigerante, agente de soplado, disolvente y aerosol. El Documento WO 2010077898 describe una composición de refrigerante que contiene trans 1,1,1-trifluoro-3-cloropropeno apto para aplicaciones de enfriadores.

45 Los enfriadores son máquinas de refrigeración que enfrían agua, otros fluidos de transferencia de calor, o fluidos de proceso mediante una compresión de vapor (Rankine inverso modificado), absorción, u otro ciclo termodinámico. Su uso más común es en sistemas centrales para acondicionar aire de grandes edificios de oficinas, edificios comerciales, centros médicos, edificios de entretenimiento, edificios residenciales de alto nivel y similares o grupos de edificios. Ambas grandes centrales y plantas interconectadas, generalmente con múltiples enfriadores en cada una, son comunes en centros comerciales, universidades, centros médicos y de oficinas; instalaciones militares; y en los sistemas de refrigeración de distrito. El agua enfriada (o menos comúnmente una salmuera u otro fluido de transferencia de calor) se canaliza a través del edificio o edificios hacia otros dispositivos, tales como los sistemas de gestión de aire zonificado, que usan el agua enfriada o la salmuera para acondicionar el aire (enfriar y deshumedecer) en espacios ocupados o controlados. Por su naturaleza, tanto la eficiencia como la confiabilidad son atributos críticos de los enfriadores. Los enfriadores típicamente tienen una capacidad térmica que varía de aproximadamente 10 kW (3 toneladas) a más de 30 MW (8.500 toneladas), con un intervalo más común de 300 kW (85 toneladas) a 14 MW (4.000 toneladas). Los sistemas más grandes típicamente emplean enfriadores múltiples, con algunas instalaciones que superan los 300 MW (85,000 toneladas) de enfriamiento. Los sistemas de enfriadores de líquidos enfrían el agua, la salmuera u otro refrigerante secundario para la refrigeración o el acondicionamiento del aire. El sistema puede ser ensamblado y cableado en la fábrica o ser enviado en secciones para su montaje en el sitio requerido. La aplicación más frecuente es el enfriamiento del agua para el acondicionamiento del aire,

aunque también son comunes el enfriamiento de la salmuera para refrigeración a baja temperatura y el enfriamiento de fluidos en procesos industriales.

5 Los componentes básicos de un sistema de enfriador de líquidos por compresión de vapor incluyen un compresor, un refrigerador de líquido (evaporador), un condensador, un impulsor del compresor, un dispositivo de control del flujo o de expansión del refrigerante líquido, y un centro de control; también puede incluir un receptor, un economizador, una turbina de expansión y/o un subenfriador. Además, se pueden usar componentes auxiliares, como un enfriador de lubricante, un separador de lubricante, un dispositivo de retorno de lubricante, una unidad de purga, una bomba de lubricante, una unidad de transferencia de refrigerante, orificios de purga del refrigerante y/o válvulas de control adicionales.

10 El líquido (generalmente agua) entra en el refrigerador, donde se enfría por el líquido refrigerante que se evapora a una temperatura más baja. El refrigerante se vaporiza y se introduce en el compresor, lo que aumenta la presión y la temperatura del gas, de modo que se puede condensar a la temperatura más alta en el condensador. El medio de enfriamiento del condensador se calienta en el proceso. El refrigerante líquido condensado fluye de nuevo al evaporador a través de un dispositivo de expansión. Parte del líquido refrigerante cambia a vapor (evaporación súbita) a medida que la presión cae entre el condensador y el evaporador. La evaporación súbita enfría al líquido a la temperatura de saturación a la presión del evaporador. No produce refrigeración en el refrigerador. Las siguientes modificaciones (a veces combinadas para un efecto máximo) reducen el gas de evaporación súbita y aumentan la refrigeración neta por unidad de consumo de energía.

20 Subenfriamiento. El refrigerante condensado se puede subenfriar por debajo de su temperatura de condensación saturada en la sección del subenfriador de un condensador refrigerado por agua o en un intercambiador de calor separado. El subenfriamiento reduce la evaporación súbita y aumenta el efecto de refrigeración en el enfriador.

25 Recuperación. Este proceso puede ocurrir en una expansión directa (DX, por sus siglas en inglés), en una turbina de expansión, o en un sistema de evaporación súbita. En un sistema DX, el refrigerante líquido principal generalmente se refrigera en la carcasa de un intercambiador de calor de carcasa y tubos, a la presión de condensación, desde la temperatura de condensación saturada hasta dentro de varios grados de la temperatura de saturación intermedia. Antes del enfriamiento, una pequeña porción del líquido se evapora súbitamente y se evapora en el lado de los tubos del intercambiador de calor para enfriar el flujo de líquido principal. Aunque subenfriado, el líquido aún está a la presión de condensación.

30 Una turbina de expansión extrae energía rotativa a medida que se vaporiza una parte del refrigerante. Al igual que en el sistema DX (por sus siglas en inglés), el líquido restante se suministra al refrigerador a presión intermedia. En un sistema de evaporación súbita, todo el flujo de líquido se expande a una presión intermedia en un recipiente que suministra líquido al refrigerador a presión intermedia saturada; sin embargo, el líquido está a una presión intermedia.

35 El gas procedente de la evaporación súbita entra al compresor en una etapa intermedia de un compresor centrífugo de múltiples etapas, en una etapa intermedia de un compresor alternativo de dos etapas integral, en un puerto de presión intermedia de un compresor de tornillo, o en la entrada de una etapa de alta presión en un compresor de tornillo o alternativo de múltiples etapas.

40 Inyección líquida. El líquido condensado se estrangula a la presión intermedia y se inyecta en la succión de la segunda etapa del compresor para evitar temperaturas de descarga excesivamente altas y, en el caso de máquinas centrífugas, para reducir el ruido. Para los compresores de tornillo, el líquido condensado se inyecta en un puerto ajustado a una presión de descarga ligeramente inferior para proporcionar refrigeración al lubricante.

Sistema Básico

45 En la Figura 1 se muestra un ejemplo de ciclo de refrigeración de un sistema de enfriador de líquidos básico. El agua enfriada entra al refrigerador a 12,2°C (54°F), por ejemplo, y sale a 6,6°C (44°F). El agua del condensador sale hacia una torre de refrigeración a 29,4°C (85°F), entra al condensador, y regresa a la torre de refrigeración próxima a 35°C (95°F). Los condensadores también se pueden refrigerar por aire o por evaporación de agua. Este sistema, con un único compresor y un circuito de refrigerante con un condensador refrigerado por agua, se usa ampliamente para enfriar agua para el acondicionamiento del aire porque es relativamente simple y compacto. El compresor puede ser un compresor alternativo, de desplazamiento, de tornillo o centrífugo. Los sistemas de la presente invención son sistemas de enfriadores de líquidos centrífugos.

55 Un compresor centrífugo usa elementos giratorios para acelerar el refrigerante radialmente, y típicamente incluye un impulsor y un difusor alojados en una carcasa. Los compresores centrífugos usualmente toman el fluido de un ojo del impulsor, o de la entrada central de un impulsor circulante, y lo aceleran radialmente hacia fuera. Se produce un aumento de la presión estática en el impulsor, pero la mayor parte del aumento de presión ocurre en la sección del difusor de la carcasa, donde la velocidad se convierte en presión estática. Cada conjunto de impulsor-difusor es una etapa del compresor. Los compresores centrífugos se construyen con 1 a 12 etapas o más, dependiendo de la presión final deseada y del volumen de refrigerante que se va a manipular.

5 La relación de las presiones, o relación de compresión, de un compresor es la relación entre la presión de descarga absoluta y la presión de entrada absoluta. La presión suministrada por un compresor centrífugo es prácticamente constante en un intervalo relativamente amplio de capacidades. Por lo tanto, para mantener el rendimiento del compresor centrífugo mientras se sustituye el refrigerante existente, la relación de las presiones al usar el nuevo refrigerante debe ser lo más cercana posible a la relación cuando se usa del refrigerante existente.

A diferencia de un compresor de desplazamiento positivo, un compresor centrífugo depende completamente de la fuerza centrífuga del impulsor de alta velocidad para comprimir el vapor que pasa a través del impulsor. No hay desplazamiento positivo, sino más bien lo que se llama una compresión dinámica.

10 La presión que puede desarrollar un compresor centrífugo depende de la velocidad periférica del impulsor. La velocidad periférica es la velocidad del impulsor medida en su periferia y está relacionada con el diámetro del impulsor y sus revoluciones por minuto. La capacidad del compresor centrífugo está determinada por el tamaño de los pasos a través del impulsor. Esto hace que el tamaño del compresor sea más dependiente de la presión requerida que de la capacidad.

15 Con el fin de mantener el rendimiento del compresor centrífugo mientras se sustituye el refrigerante existente, el número Mach del impulsor predeterminado debe ser el mismo que el alcanzado por el refrigerante existente. Dado que el número Mach del impulsor depende de la velocidad acústica (velocidad del sonido) del refrigerante, el rendimiento de un compresor se puede mantener con mayor precisión formulando un refrigerante de sustitución que tenga la misma velocidad acústica que el refrigerante original, o que tenga una velocidad acústica que teóricamente proporcionará el mismo número Mach del impulsor que el refrigerante existente.

20 Una consideración importante para los compresores, especialmente cuando se sustituye un refrigerante existente por uno nuevo, es la velocidad específica adimensional, Ω , definida aquí como:

$$\Omega = \frac{\omega\sqrt{V}}{(\Delta h)^{3/4}}$$

donde ω es la velocidad angular (rad/s), V es el caudal volumétrico (m^3/s) y Δh es el trabajo específico ideal (J/kg) por etapa del compresor, que se puede aproximar como:

$$\Delta h = h_2 - h_1 - (s_2 - s_1) \frac{T_2 - T_1}{\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}$$

25 donde los subíndices 1 y 2 denotan el estado del gas a la entrada y a la salida del compresor, respectivamente. h , s y T son respectivamente la entalpía específica, la entropía específica y la temperatura. Los compresores funcionan con la mayor eficiencia adiabática, η , cuando Ω tiene el valor óptimo para el diseño.

Debido a su operación de alta velocidad, un compresor centrífugo es fundamentalmente una máquina de alto volumen y baja presión. Un compresor centrífugo funciona mejor con un refrigerante de baja presión, tal como el triclorofluorometano (CFC-11). Cuando parte del enfriador, particularmente el evaporador, se opera a un nivel de presión por debajo de la presión ambiente, el enfriador se conoce como un sistema de presión negativa. Uno de los beneficios de un sistema de baja presión o de presión negativa es la baja tasa de fugas. Las fugas de refrigerante son impulsadas por diferenciales de presión, por lo que presiones más bajas darán como resultado menores tasas de fugas que los sistemas de alta presión. Además, las fugas en el sistema que funciona a una presión ambiental inferior tienen como resultado que el aire ingrese al equipo en lugar de que se escape el refrigerante. Aunque tal operación requiere un dispositivo de purga para eliminar el aire y la humedad,

Sumario de la invención

40 En la presente invención, se descubrió que los cloro-trifluoropropenos son refrigerantes particularmente útiles para sistemas de enfriadores de líquidos a presión negativa, tales como para la sustitución del R-11 y del R-123. Se descubrió que los cloro-trifluoropropenos de la presente invención proporcionan condiciones operativas comparables a las de los refrigerantes de los enfriadores actuales y también que son compatibles con los lubricantes de los enfriadores actuales. Los cloro-trifluoropropenos de la presente invención son 1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno y/o 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno, y más preferiblemente trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un esquema de un sistema de enfriador típico.

45 La Figura 2 es un gráfico de COP para R-123, R-1233zd y R-1234ze a una temperatura del evaporador de -10°C .

La Figura 3 es un cuadro de CAP para R-123, R-1233zd y R-1234ze a una temperatura del evaporador de -10°C .

La Figura 4 es un gráfico de COP para R-123, R-1233zd y R-1234ze a una temperatura del evaporador de 0°C .

La Figura 5 es un cuadro de CAP para R-123, R-1233zd y R-1234ze a una temperatura del evaporador de 0°C.

La Figura 6 es un gráfico de COP para R-123, R-1233zd y R-1234ze a una temperatura del evaporador de 5°C.

La Figura 7 es un cuadro de CAP para R-123, R-1233zd y R-1234ze a una temperatura del evaporador de 5°C.

La Figura 8 es un gráfico de COP para R-123, R-1233zd y R-1234ze a una temperatura del evaporador de 10°C.

5 La Figura 9 es un cuadro de CAP para R-123, R-1233zd y R-1234ze a una temperatura del evaporador de 10°C.

Descripción detallada de la invención

La composición de refrigerante de cloro-trifluoropropeno de la presente invención se puede añadir a un nuevo sistema de enfriador o se puede emplear en un método de relleno o de reacondicionamiento de un sistema de enfriador existente. La composición de refrigerante de cloro-trifluoropropeno de la presente invención se usa en enfriadores operados a presión negativa, usando compresores centrífugos y preferiblemente en evaporadores inundados. El método de reacondicionamiento comprende las etapas de eliminar el refrigerante existente del sistema de enfriador mientras que opcionalmente se retiene una porción sustancial del lubricante en dicho sistema; e introducir en dicho sistema una composición que comprende un refrigerante de cloro-trifluoropropeno de la presente invención que es miscible con el lubricante presente en el sistema sin la necesidad de la adición de tensioactivos y/o de agentes solubilizantes. En el relleno de un sistema de enfriador existente, el refrigerante de cloro-trifluoropropeno de la presente invención se añade para rellenar a una carga de refrigerante o como una sustitución parcial para sustituir el refrigerante perdido o después de eliminar parte del refrigerante existente y luego añadir el refrigerante de cloro-trifluoropropeno de la presente invención. El refrigerante de cloro-trifluoropropeno de la presente invención es 1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno y/o 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno, y más preferiblemente trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno.

Como se usa en la presente invención, el término "porción sustancial" se refiere generalmente a una cantidad de lubricante que es al menos aproximadamente el 50 % (todos los porcentajes en la presente invención son en peso a menos que se indique lo contrario) de la cantidad de lubricante contenido en el sistema de refrigeración antes de la eliminación del refrigerante anterior. Preferiblemente, la porción sustancial de lubricante en el sistema según la presente invención es una cantidad de al menos aproximadamente el 60 % del lubricante contenido originalmente en el sistema de refrigeración, y más preferiblemente una cantidad de al menos aproximadamente el 70 %.

Cualquiera de una amplia gama de métodos conocidos se puede usar para eliminar los refrigerantes anteriores de un sistema de enfriador mientras se elimina menos de una porción importante del lubricante contenido en el sistema. Según las realizaciones preferidas, el lubricante es un lubricante a base de hidrocarburos y la etapa de eliminación tiene como resultado que al menos aproximadamente el 90 %, e incluso más preferiblemente al menos aproximadamente el 95 %, de dicho lubricante permanezca en el sistema. La etapa de eliminación se puede realizar fácilmente bombeando los refrigerantes originales en estado gaseoso de un sistema de refrigeración que contiene lubricantes en estado líquido, porque los refrigerantes son bastante volátiles con relación a los lubricantes tradicionales a base de hidrocarburos. El punto de ebullición de los refrigerantes es generalmente inferior a 30°C, mientras que el punto de ebullición de los aceites minerales es generalmente superior a 200°C. Dicha eliminación se puede lograr de cualquiera de una serie de formas conocidas en la técnica, incluido el uso de un sistema de recuperación de refrigerante. Alternativamente, un recipiente de refrigerante evacuado, refrigerado, se puede unir al lado de baja presión de un sistema de refrigeración de manera que el refrigerante previo gaseoso se aspire al recipiente evacuado y se retire.

Además, se puede unir un compresor a un sistema de refrigeración para bombear el refrigerante anterior desde el sistema a un recipiente evacuado. A la luz de la descripción anterior, los expertos en la técnica podrán eliminar fácilmente los refrigerantes anteriores de los sistemas de enfriadores y proporcionar un sistema de refrigeración que comprende una cámara que contiene un lubricante a base de hidrocarburos y un refrigerante de cloro-trifluoropropeno según la presente invención.

El método de la presente invención comprende la introducción a un sistema enfriador, de una composición que comprende al menos un refrigerante de cloro-trifluoropropeno de la presente invención miscible con el lubricante presente en el sistema. Los lubricantes en el sistema de enfriador pueden ser aceites lubricantes de hidrocarburos, aceites lubricantes oxigenados o mezclas de los mismos.

Un proceso para producir refrigeración en un sistema de enfriador comprende un compresor centrífugo y un evaporador que comprende comprimir un refrigerante de hidroclore-trifluoropropeno en dicho compresor centrífugo en donde la presión del evaporador es inferior a la presión ambiente, y evaporar el refrigerante de hidroclore-trifluoropropeno en la proximidad de un cuerpo a ser enfriado, en donde dicho refrigerante de hidroclore-trifluoropropeno comprende un cloro-trifluoropropeno seleccionado del grupo que consiste en 1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno, 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno, y mezclas de los mismos.

Además del refrigerante de cloro-trifluoropropeno de la presente invención, la composición introducida en el sistema puede incluir un refrigerante adicional seleccionado de hidrofluorocarburos, hidroclorofluorocarburos,

clorofluorocarburos, hidrocloreofinas, hidrofluoroéteres, fluorocetonas, hidrocarburos, amoníaco, o mezclas de los mismos, preferiblemente cuando el refrigerante adicional es no inflamable y/o la composición de refrigerante resultante es no inflamable.

5 El hidrofluorocarburo se puede seleccionar de difluorometano (HFC-32), 1-fluoroetano (HFC-161), 1,1-difluoroetano (HFC-152a), 1,2-difluoroetano (HFC-152), 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), 1,1,2-trifluoroetano (HFC-143), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-134a), 1,1,2,2-tetrafluoroetano (HFC-134), pentafluoroetano (HFC-125), 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb), 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (HFC-245fa), 1,1,2,2,3-pentafluoropropano (HFC-245ca), 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano (HFC-236fa), 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), 1,1,1,3,3-pentafluorobutano (HFC-365mfc), 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-decafluoropropano (HFC-4310) y mezclas de los mismos.

10 El hidrocloreofluorocarburo se puede seleccionar de 1,1-dicloro-2,2,2-trifluoroetano (R-123), 1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano (R-124), 1,1-dicloro-1-fluoroetano (R-141b), 1-cloro-1,1-difluoroetano (R-142b) y mezclas de los mismos, preferiblemente R-123.

15 Los clorofluorocarburos pueden ser triclorofluorometano (R-11), diclorodifluorometano (R-12), 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano (R-113), 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (R-114), cloropentafluoroetano (R-115) o mezclas de los mismos, preferiblemente R-11.

Ejemplos de hidrofluoroéteres incluyen 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoro-3-metoxipropano, 1,1,1,2,2,3,3,4,4-nonafluoro-4-metoxi-butano, o mezclas de los mismos. Un ejemplo de fluorocetona es 1,1,1,2,2,4,5,5,5-nonafluoro-4(trifluorometil)-3-pentanona.

20 Las hidrofluoroolefinas pueden ser una hidrofluoroolefina de C3 a C5 que contiene al menos un átomo de flúor, al menos un átomo de hidrógeno y al menos un enlace alqueno. Ejemplos de hidrofluoroolefinas incluyen 3,3,3-trifluoropropeno (HFO-1234zf), E-1,3,3,3-tetrafluoropropeno, (E-HFO-1234ze), Z-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (Z-HFO-1234ze), 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), E-1,2,3,3,-pentafluoropropeno (E-HFO-1255ye), Z-1,2,3,3,3-pentafluoropropeno (Z-HFO-1255ye), E-1,1,1,3,3,3-hexafluorobut-2-eno (E-HFO-1336mzz), Z-1,1,1,3,3,3-hexafluorobut-2-eno (Z-HFO-1336mzz), 1,1,1,4,4,5,5,5-octafluoropent-2-eno (HFO-1438mzz) o mezclas de los mismos.

25 Un ejemplo de hidrocloreoflefina es trans-1,2-dicloroetileno.

Los hidrocarburos pueden alcanos de C3 a C7, preferiblemente butanos, pentanos o mezclas de los mismos, más preferiblemente n-pentano, isopentano, ciclopentano o mezclas de los mismos.

30 Los lubricantes de enfriadores actuales incluyen, pero no se limitan a, aceites minerales, aceites de poliol-éster, aceites de polialquilen-glicol, aceites de polivinil-éter, aceites de poli(alfaolefina), aceites de alquil-benceno y mezclas de los mismos. Los lubricantes de enfriadores preferidos son aceites minerales. Se descubrió que los cloro-trifluoropropenos de la presente invención son miscibles con los aceites minerales, así como con otros lubricantes de enfriadores.

35 Además del refrigerante de cloro-trifluoropropeno miscible con el lubricante de la presente invención, la composición introducida en el sistema puede incluir otros aditivos o materiales del tipo usado en las composiciones de refrigerante para mejorar su rendimiento en los sistemas de refrigeración. Por ejemplo, la composición puede incluir aditivos antidesgaste y de presión extrema, mejoradores de estabilidad a la oxidación, inhibidores de corrosión, mejoradores del índice de viscosidad, depresores del punto de flotación y de floculación, agentes antiespumantes, ajustadores de la viscosidad, tintes UV, trazadores y similares.

40 En la presente invención se proporcionan a modo de referencia los siguientes ejemplos no limitantes:

Ejemplos

Datos de rendimiento del enfriador de líquidos

45 El rendimiento de los refrigerantes R-123 (1,1-dicloro-2,2,2-trifluoroetano), R-1233zd (1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno, predominantemente isómero trans) y R-1234yf (2,3,3,3-tetrafluoropropeno) en una aplicación de un enfriador de líquidos se evaluó en los siguientes ejemplos. En cada ejemplo, se proporcionan datos a una temperatura dada del evaporador y a múltiples temperaturas del condensador, que variaban desde 30°C a 55°C. La eficacia isoentrópica en cada caso fue de 0,7. Los datos para el R-123 y para el R-1234yf se proporcionan como ejemplos comparativos.

En los siguientes ejemplos, se usa la siguiente nomenclatura:

Temperatura de descarga del condensador: T cond

50 Presión del condensador: P cond

Presión del evaporador: P evap

ES 2 656 411 T3

Diferencia de presiones entre el condensador y el evaporador: P dif

Relación de presiones del condensador a la del evaporador: Relación P

Coefficiente de rendimiento (eficiencia de la energía): COP (por sus siglas en ingles)

Capacidad: CAP

5 Ejemplo 1

En este ejemplo, se usaron las siguientes condiciones:

Temperatura del evaporador = -10°C. Temperatura de entrada del compresor = -5°C. Eficiencia isentrópica = 0,7. Los resultados están tabulados en la Tabla 1.

10 Las Figuras 2 y 3 muestran el COP (por sus siglas en inglés) y la CAP del R-1233zd y del R-1234ze con relación al R-123.

Tabla 1

T evap -10°C. Intercambiador de calor interno Entrada del compresor -5°C Eficiencia isoentrópica 0,7							
	T cond (°C)	P evap (kPa)	P cond (kPa)	P dif (kPa)	Relación P (p/p)	CAP (kJ/m ³)	COP
R-1234yf	30,0	219	772	554	3,53	1.456	3,6
	35,0	219	882	663	4,03	1.372	3,1
	40,0	219	1.003	785	4,58	1.287	2,7
	45,0	219	1.137	918	5,19	1.200	2,3
	50,0	219	1.283	1.064	5,86	1.111	2,0
	55,0	219	1.443	1.224	6,59	1.019	1,7
R-1233zd	30,0	28	155	127	5,51	280	3,9
	35,0	28	184	156	6,54	269	3,4
	40,0	28	217	189	7,71	257	2,9
	45,0	28	254	226	9,04	245	2,6
	50,0	28	296	268	10,52	233	2,3
	55,0	28	343	314	12,18	222	2,1
R-123	30,0	20	110	90	5,44	206	4,0
	35,0	20	131	111	6,47	199	3,5
	40,0	20	155	135	7,66	192	3,1
	45,0	20	182	162	9,00	184	2,7
	50,0	20	213	192	10,52	177	2,4
	55,0	20	247	227	12,23	169	2,2

ES 2 656 411 T3

Ejemplo 2

En este ejemplo, se usaron las siguientes condiciones:

Temperatura del evaporador = 0°C. Temperatura de entrada del compresor = 5°C. Eficiencia isentrópica = 0,7. Los resultados están tabulados en la Tabla 2.

- 5 Las Figuras 4 y 5 muestran el COP (por sus siglas en ingles) y la CAP del R-1233zd y del R-1234ze con relación al R-123.

Tabla 2

T evap 0°C							
Intercambiador de calor interno							
Entrada del compresor 5°C							
Eficiencia isoentrópica 0,7							
	T cond (°C)	P evap (kPa)	P cond (kPa)	P dif (kPa)	Relación P (p/p)	CAP (kJ/m ³)	COP
R-1234yf	30,0	312	772	461	2,48	2.152	5,3
	35,0	312	882	570	2,83	2.035	4,4
	40,0	312	1.003	691	3,22	1.915	3,7
	45,0	312	1.137	825	3,64	1.793	3,1
	50,0	312	1.283	971	4,11	1.668	2,7
	55,0	312	1.443	1.131	4,62	1.540	2,3
R-1233zd	30,0	46	155	109	3,37	463	5,6
	35,0	46	184	138	4,00	444	4,7
	40,0	46	217	171	4,72	426	4,0
	45,0	46	254	208	5,53	407	3,5
	50,0	46	296	250	6,43	389	3,0
	55,0	46	343	297	7,45	370	2,7
R-123	30,0	33	110	77	3,36	337	5,7
	35,0	33	131	98	4,00	325	4,8
	40,0	33	155	122	4,74	314	4,1
	45,0	33	182	149	5,57	302	3,6
	50,0	33	213	180	6,51	290	3,1
	55,0	33	247	215	7,56	279	2,8

Ejemplo 3

- 10 En este ejemplo, se usaron las siguientes condiciones:

ES 2 656 411 T3

Temperatura del evaporador = 5°C. Temperatura de entrada del compresor = 10°C. Eficiencia isentrópica = 0,7. Los resultados están tabulados en la Tabla 3.

Las Figuras 6 y 7 muestran el COP (por sus siglas en ingles) y la CAP del R-1233zd y del R-1234ze con relación al R-123.

5 Tabla 3

T evap 5°C							
Intercambiador de calor interno							
Entrada del compresor 10°C							
Eficiencia isoentrópica 0,7							
	T cond (°C)	P evap (kPa)	P cond (kPa)	P dif (kPa)	T salida compresor	CAP (kJ/m ³)	COP
R-1234yf	30,0	368	772	404	39	2.610	6,7
	35,0	368	882	514	45	2.472	5,4
	40,0	368	1.003	635	51	2.332	4,4
	45,0	368	1.136	768	56	2.188	3,7
R-1233zd	30,0	58	154	96	44	585	7,0
	35,0	58	183	125	50	562	5,7
	40,0	58	216	158	55	539	4,8
	45,0	58	254	196	61	516	4,1
R-123	30,0	41	110	69	44	423	7,2
	35,0	41	131	90	50	409	5,8
	40,0	41	155	114	56	395	4,9
	45,0	41	182	141	61	381	4,2

Ejemplo 4

En este ejemplo, se usaron las siguientes condiciones:

10 Temperatura del evaporador = 10°C. Temperatura de entrada del compresor = 15°C. Eficiencia isentrópica = 0,7. Los resultados están tabulados en la Tabla 4.

Las Figuras 8 y 9 muestran el COP (por sus siglas en inglés) y la CAP del R-1233zd y del R-1234ze con relación al R-123.

Tabla 4

T evap 10°C. Intercambiador de calor interno Entrada del compresor 15°C Eficiencia isoentrópica 0,7							
	T cond (°C)	P evap (kPa)	P cond (kPa)	P dif (kPa)	Relación P (p/p)	CAP (kJ/m ³)	COP
R-1234yf	30,0	432	772	340	1,79	3.097	8,7
	35,0	432	882	450	2,04	2.936	6,7
	40,0	432	1.003	571	2,32	2.773	5,4
	45,0	432	1.137	705	2,63	2.606	4,4
	50,0	432	1.283	851	2,97	2.435	3,7
	55,0	432	1.443	1.011	3,34	2.258	3,1
R-1233zd	30,0	72	155	83	2,16	731	9,1
	35,0	72	184	112	2,57	703	7,1
	40,0	72	217	145	3,03	674	5,8
	45,0	72	254	182	3,55	646	4,8
	50,0	72	296	224	4,13	618	4,1
	55,0	72	343	271	4,78	591	3,6
R-123	30,0	51	110	59	2,17	528	9,3
	35,0	51	131	80	2,58	510	7,3
	40,0	51	155	104	3,05	493	5,9
	45,0	51	182	131	3,59	475	5,0
	50,0	51	213	162	4,19	458	4,3
	55,0	51	247	196	4,88	440	3,7

En las Figuras 2 a 9 se muestran los datos representativos de las Tablas 1 a 4.

5 En todos estos ejemplos, la eficiencia del R-1233zd fue muy similar a la del R-123, estando dentro de un pequeño porcentaje de la eficiencia del R-123. En contraste, la eficiencia del R-1234yf fue significativamente menor que la del R-1233zd y la del R-123, siendo desde un 6,4 % menor a más de un 20 % menor que la del R-123. También se descubrió inesperadamente que la capacidad del R-1233zd era del 30 % al 40 % mayor que la del R-123.

10 También se muestra que para el R-1233zd y para el R-123 el sistema funciona como un sistema de presión negativa, donde la presión en el evaporador está por debajo de la temperatura ambiente. Para el R-1234yf todo el sistema funciona a presión positiva.

Se encontró que el R-1233zd proporciona una coincidencia cercana a las presiones operativas, a la relación de presiones y a la diferencia de presiones del R-123 y se puede usar como un sustituto más aceptable ambientalmente.

Ejemplo 5

Velocidad acústica

5 La velocidad acústica para R-11, R-123, R-134a, R-1233zd y R-1234yf se determinó a 40°C y 1 bar. La velocidad acústica del R-1233zd es cercana a la del R-11 y más cercana a la del R-123 que a cualquiera de R-134a o R-1234yf.

Tabla 5. Velocidad acústica de refrigerantes

Condiciones: 40°C y 1 bar

Refrigerante	Velocidad acústica (m/s)
R123	131,9
R-11	142,0
R-1233zd	143,7
R-1234yf	155,6
R-134a	165,7

Ejemplo 8

10 Velocidad específica adimensional

15 El rendimiento de R-123, R-1233zd y R-1234yf en un enfriador de líquidos se determinó como en el Ejemplo 2, con una temperatura de entrada del compresor a 5°C y una temperatura del condensador a 40°C. Los resultados se muestran en la Tabla 6, que también da la relación de la velocidad específica adimensional, Ω , del refrigerante a la del R-123 (Ω_{123}), suponiendo que los enfriadores se operan para proporcionar la misma capacidad de refrigeración. Se encontró que el R-1233zd es un buen sustituto para el R-123 en comparación con el R-1234ze.

Tabla 6: Velocidad específica adimensional de refrigerantes a capacidad de enfriamiento equivalente.

Temperatura del evaporador: 5°C. Temperatura del condensador: 40°C.

Refrigerante	Compresor	P (bar)	Temp (°C)	Ω/Ω_{123}
R123	entrada	0,33	5	1
	salida	1,55	58	
R-1233zd	entrada	0,46	5	0,76
	salida	2,17	58	
R-1234yf	entrada	3,12	5	0,44
	salida	10,03	52	

20 Estos resultados muestran que el R-1233, particularmente el R-1233zd es útil como refrigerante para enfriadores de líquidos, particularmente enfriadores de presión negativa, y especialmente en sistemas grandes debido a los beneficios de la eficiencia del R-1233zd sobre el R-1234yf o refrigerantes similares.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para producir refrigeración en un sistema de enfriador que comprende comprimir un compresor centrífugo y un evaporador que comprende comprimir un refrigerante de hidroclofluoropropeno en dicho compresor centrífugo en donde la presión del evaporador es menor que la presión ambiente, y evaporar el refrigerante de hidroclofluoropropeno en la proximidad de un cuerpo a enfriar, en donde dicho refrigerante de hidroclofluoropropeno comprende un cloro-trifluoropropeno seleccionado del grupo que consiste en 1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno, 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno y mezclas de los mismos.
2. El proceso de la reivindicación 1, en donde dicho refrigerante de hidroclofluoropropeno comprende además un co-refrigerante seleccionado del grupo que consiste en un hidrofluorocarburo, una hidrofluoroolefina, un hidroclofluorocarburo, un clorofluorocarburo, una hidrocloroolefina, una fluorocetona, hidrofluoroéter, hidrocarburo, amoníaco o mezclas de los mismos.
3. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicho clorofluorocarburo se selecciona del grupo que consiste en triclorofluorometano (R-11), diclorodifluorometano (R-12), 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano (R-113), 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (R-114), cloropentafluoroetano (R-115) y mezclas de los mismos.
4. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicho clorofluorocarburo es triclorofluorometano (R-11).
5. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicho hidroclofluorocarburo se selecciona del grupo que consiste en 1,1-dicloro-2,2,2-trifluoroetano (R-123), 1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano (R-124), 1,1-dicloro-1-fluoroetano (R-141b), 1-cloro-1,1-difluoroetano (R-142b) y mezclas de los mismos.
6. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicho hidroclofluorocarburo es 1,1-dicloro-2,2,2-trifluoroetano (R-123).
7. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicho hidrofluorocarburo se selecciona del grupo que consiste en difluorometano (HFC-32), 1-fluoroetano (HFC-161), 1,1-difluoroetano (HFC-152a), 1,2-difluoroetano (HFC-152), 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), 1,1,2-trifluoroetano (HFC-143), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-125), 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb), 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (HFC-245fa), 1,1,2,2,3-pentafluoropropano (HFC-245ca), 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano (HFC-236fa), 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), 1,1,1,3,3-pentafluorobutano (HFC-365mfc), 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-decafluoropropano (HFC-4310) y mezclas de los mismos.
8. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicho hidrofluorocarburo se selecciona del grupo que consiste en 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb), 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (HFC-245fa), 1,1,2,2,3-pentafluoropropano (HFC-245ca), 1,1,1,3,3-pentafluorobutano (HFC-365mfc), 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-decafluoropropano (HFC-4310) y mezclas de los mismos.
9. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicho hidrofluorocarburo es 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (HFC-245fa).
10. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicha(s) hidrofluoroolefina(s) es una (son) hidrofluoroolefina de C3 de a C5 que contiene al menos un átomo de flúor, al menos un átomo de hidrógeno y al menos un enlace alqueno.
11. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicha hidrofluoroolefina se selecciona del grupo que consiste en 3,3,3-trifluoropropeno (HFO-1234zf), E-1,3,3,3-tetrafluoropropeno, (E-HFO-1234ze), Z-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (Z-HFO-1234ze), 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), E-1,2,3,3,3-pentafluoropropeno (E-HFO-1255ye), Z-1,2,3,3,3-pentafluoropropeno (Z-HFO-1225ye), E-1,1,1,3,3,3-hexafluorobut-2-eno (E-HFO-1336mzz), Z-1,1,1,3,3,3-hexafluorobut-2-eno (Z-HFO-1336mzz), 1,1,1,4,4,5,5,5-octafluoropent-2-eno (HFO-1438mzz) y mezclas de los mismos.
12. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicha hidrofluoroolefina se selecciona del grupo que consiste en E-1,1,1,3,3,3-hexafluorobut-2-eno (E-HFO-1336mzz), Z-1,1,1,3,3,3-hexafluorobut-2-eno (Z-HFO-1336mzz) y mezclas de los mismos.
13. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicha hidrocloroolefina es trans-1,2-dicloroetileno.
14. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicho hidrofluoroéter es 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoro-3-metoxipropano, 1,1,1,2,2,3,3,4,4,-nonafluoro-4-metoxi-butano y mezclas de los mismos.
15. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicha fluorocetona es 1,1,1,2,2,4,5,5,5-nonafluoro-4(trifluorometil)-3-pentanona.
16. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicho hidrocarburo es un alcano saturado de C3 a C7.
17. El proceso de la reivindicación 2, en donde dicho hidrocarburo es n-pentano, isopentano, ciclopentano y mezclas de los mismos.

18. El proceso de la reivindicación 2 que comprende además un lubricante en donde dicho lubricante se selecciona del grupo que consiste en aceites minerales, aceites de poliol-éster, aceites de polialquilen-glicol, aceites de polivinil-éter, aceites de poli(alfaolefina), aceites de alquil-benceno y mezclas de los mismos.

Figura 1

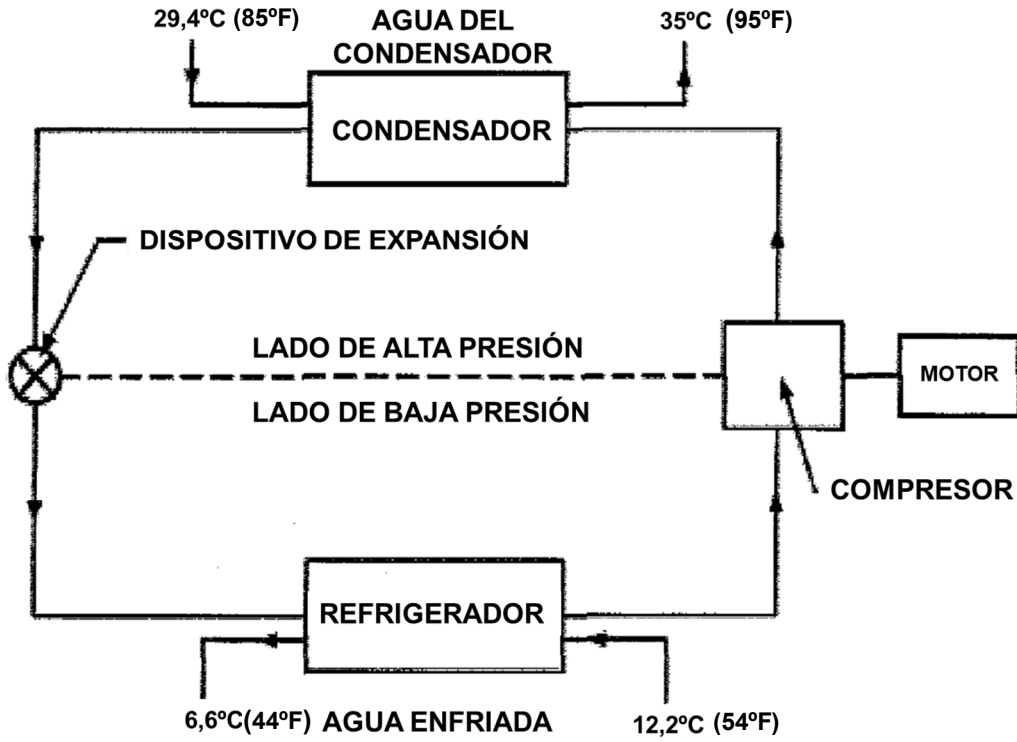


Figura 2

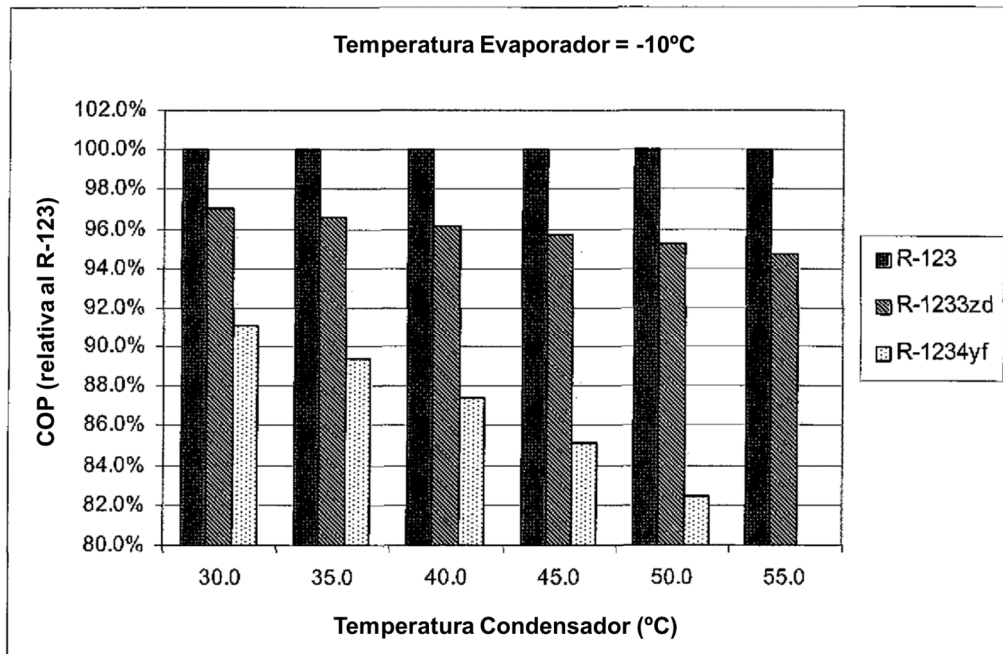


Figura 3

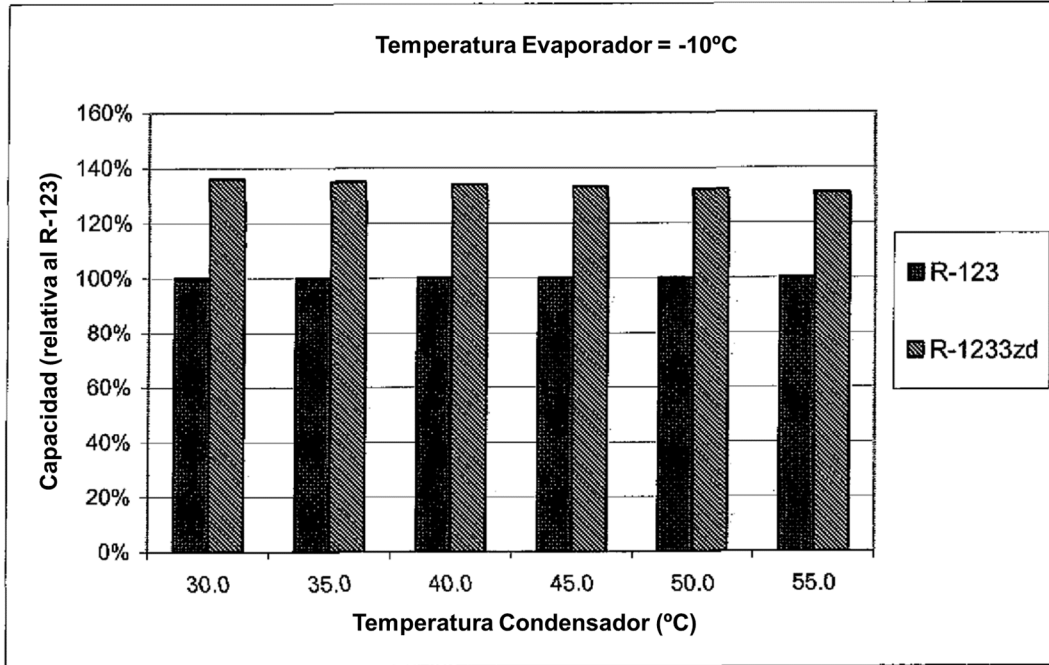


Figura 4

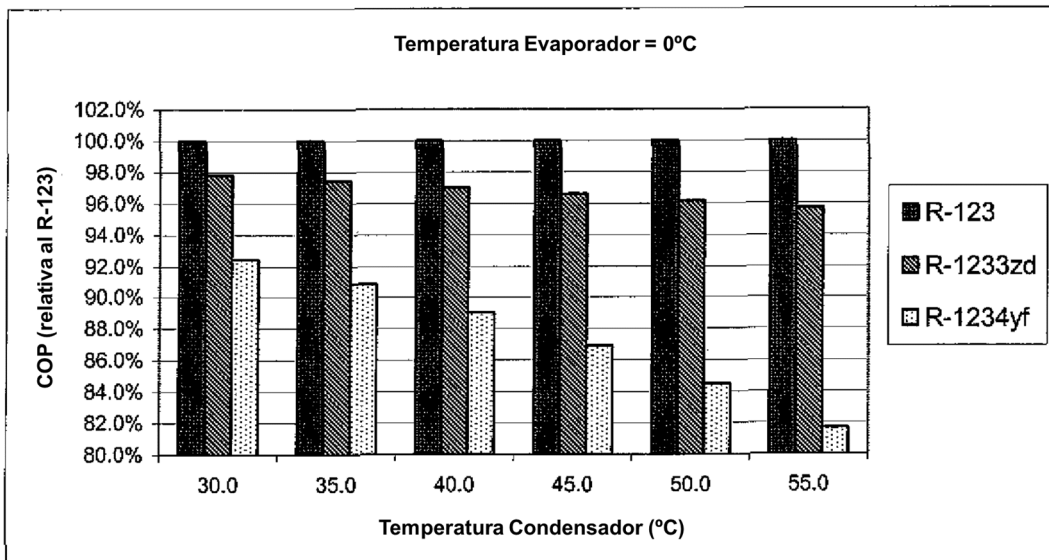


Figura 5

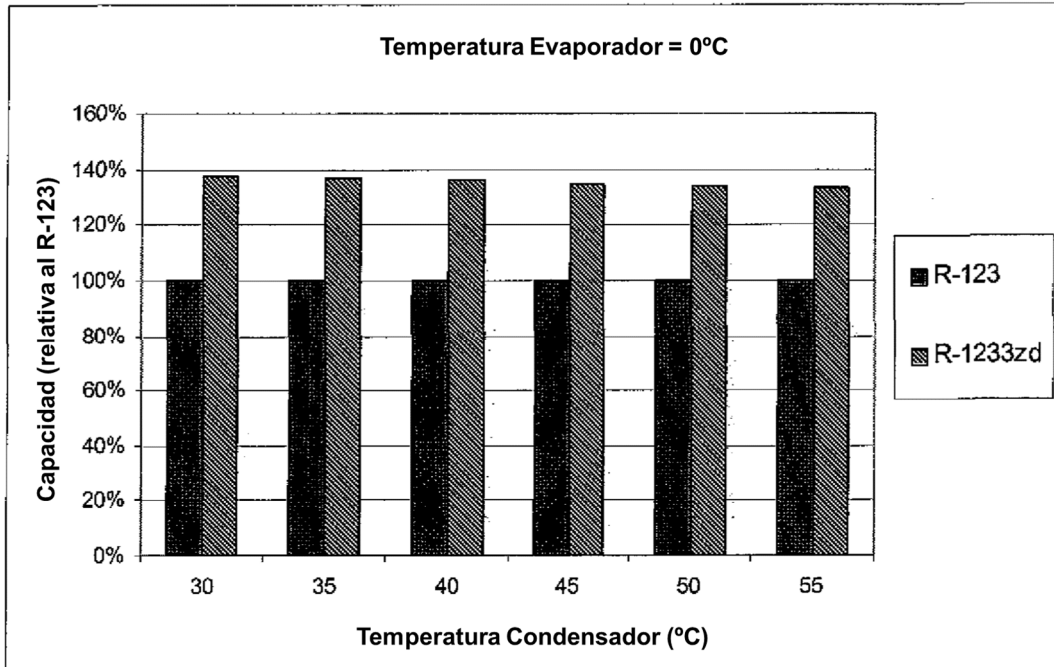


Figura 6

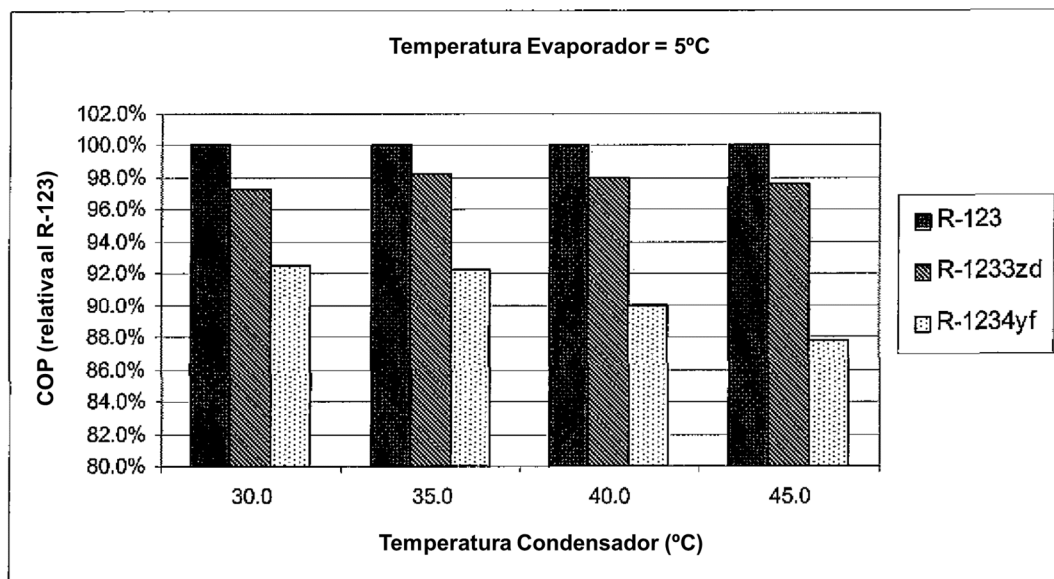


Figura 7

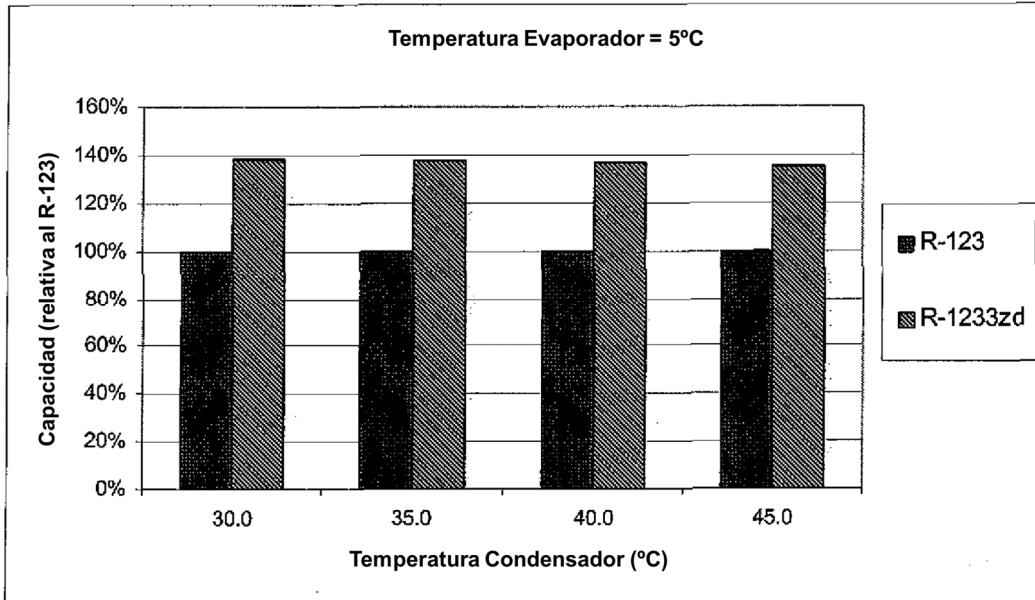


Figura 8

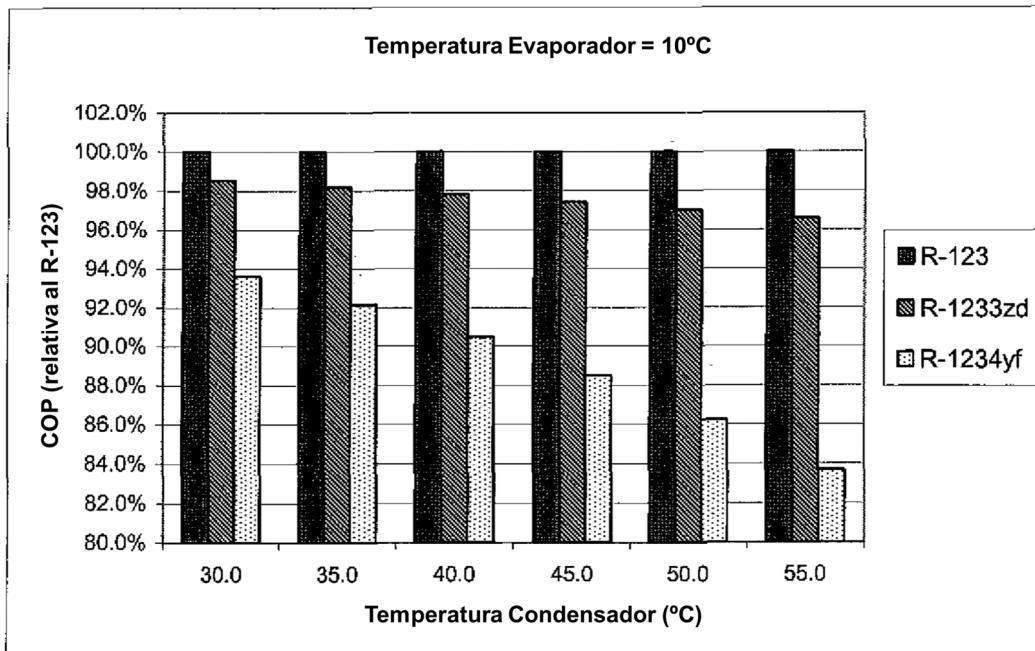


Figura 9

