

MEZCLAS REFRIGERANTES DE BAJO PCG

La presente invención se refiere a composiciones refrigerantes que se pueden usar en bombas térmicas para bombear calor desde una temperatura inferior a una temperatura superior mediante la entrada de trabajo. Cuando dichos dispositivos se usan para generar temperaturas inferiores, normalmente, se denominan refrigeradores o aires acondicionados. Cuando se usan para producir temperaturas superiores, normalmente se denominan bombas de calor. El mismo dispositivo puede suministrar calefacción o refrigeración según las necesidades del usuario. Este tipo de bomba térmica puede denominarse bomba de calor reversible o aire acondicionado reversible.

Los CloroFluoroCarbonos (CFC) tales como CFC-12 y R502, y los HidroCloroFluoroCarbonos (HCFC) tales como HCFC-22 se han usado ampliamente como refrigerantes, pero migran a la estratosfera, donde la luz ultravioleta los descompone produciendo átomos de cloro que destruyen la capa de ozono. Estas Sustancias que Agotan la capa de Ozono (SAO) están siendo reemplazadas por alternativas que no agotan la capa de ozono, tales como los HidroFluoroCarbonos (HFC), que no son inflamables, que son eficaces y de baja toxicidad. En determinadas aplicaciones, particularmente, pero no específicamente relativas a los sistemas de refrigeración de baja temperatura que se suelen usar en los supermercados, el R502 era el refrigerante que se escogía principalmente debido, en gran medida, a su menor temperatura de descarga en comparación con el R22. Como consecuencia del acuerdo medioambiental global para proteger la capa de ozono

incorporado en el Protocolo de Montreal, se prohibió el R502, y fue reemplazado en gran medida por las mezclas de HFC R404A y R507. Sin embargo, el R404A y el R507, aunque son excelentes refrigerantes en términos de eficacia energética, no inflamabilidad, baja toxicidad y propiedades termodinámicas, tienen Potenciales de Calentamiento Global (PCG) que se encuentran en el extremo superior de los HFC de uso común.

En la presente memoria descriptiva, el valor numérico para un potencial de calentamiento global (PCG) se refiere a un Horizonte de Tiempo Integrado (HTI) de 100 años, tal como figura en el Cuarto informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (AR4).

Aunque el R22, que se ha usado ampliamente en los sistemas de aire acondicionado, tiene una capacidad mucho menor para destruir la capa de ozono en comparación con los CFC, se está eliminando gradualmente en virtud del Protocolo de Montreal. El R410A que no agota la capa de ozono ha demostrado ser un excelente reemplazo para el R22 en los nuevos equipos de aire acondicionado, incluyendo los sistemas divididos, pero ahora también se está reduciendo gradualmente, porque el PCG comparativamente alto (2088) significa que ya no es aceptable para el medio ambiente.

La UE y otros territorios han impuesto cuotas e/o impuestos sobre el PCG para reducir progresivamente la disponibilidad de R404A, R507 y R410A. Estas acciones tienen dos consecuencias clave. En primer lugar, habrá escasez de estos refrigerantes disponibles para dar servicio a los equipos existentes y cargar nuevos equipos, lo que interrumpirá las

industrias de refrigeración y aire acondicionado. En segundo lugar, el precio del refrigerante restante aumentará rápidamente, ya que la oferta ya no podrá satisfacer la demanda. Sin refrigerantes de repuesto, el equipo crítico, por ejemplo, para conservar alimentos en supermercados y aire acondicionado en hospitales, puede dejar de funcionar con graves repercusiones sociales.

La composición de R404A es:

10 R125 44 %;
R143a 52 %; y
R134a 4 %
(PCG = 3922)

La composición de R507 es:

15 R125 50 %; y
R143a 50 %
(PCG = 3985)

La composición de R410A es:

R125 50 %; y
20 R32 50 %
(PCG = 2088)

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una composición refrigerante que consiste esencialmente en:

25

dióxido de carbono 1-35 %
un HFO seleccionado del grupo que consiste en: R1234yf y R1234ze(E), y mezclas de los mismos 30-92 %
R32 1-30 %
R125 1-30 %

R227ea 1-15 %

R134a 0-15 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

En la presente memoria descriptiva, los porcentajes u
5 otras cantidades son en masa, a menos que se indique lo contrario. Las cantidades se seleccionan de cualquier intervalo dado para un total del 100 %.

La expresión "que consiste en" se usa en la presente
10 memoria descriptiva para referirse a composiciones que solo incluyen los ingredientes mencionados, sin tener en cuenta las pequeñas cantidades de impurezas.

La expresión "que consiste esencialmente en" se usa en la
15 presente memoria descriptiva para referirse a composiciones que consisten en los ingredientes mencionados con la posible adición de cantidades menores de cualquier ingrediente adicional que no alteren sustancialmente las propiedades refrigerantes esenciales de la composición. Estas
20 composiciones incluyen composiciones que consisten en los ingredientes mencionados. Las composiciones que consisten en los ingredientes mencionados pueden ser particularmente ventajosas.

25 La presente invención se refiere a mezclas de bajo PCG, que particularmente, pero no exclusivamente, son composiciones que pueden reemplazar al R404A, R507 y R410A en sistemas de refrigeración y de aire acondicionado existentes, modificados o nuevos. Se facilita el funcionamiento continuo de los

sistemas existentes y modificados. Las mezclas tienen potenciales de agotamiento de la capa de ozono de cero, por lo que no tienen efectos adversos sobre el ozono estratosférico. La invención también proporciona composiciones que se pueden seguir usando en caso del endurecimiento progresivo de las restricciones en materia del PCG, a la vez que reducen al mínimo el coste para el usuario.

La presente invención se refiere particularmente a composiciones refrigerantes que tienen valores de PCG en el intervalo de 0,5 a 1.050. Los valores en este intervalo son significativamente inferiores a los del R404A, R507 y R410A. Las composiciones ilustrativas pueden tener clasificaciones de seguridad ASHRAE de A1 (baja toxicidad/no inflamable) o A2L (baja toxicidad/ligeramente inflamable). Las composiciones pueden poseer eficiencias energéticas y capacidades de refrigeración al menos comparables a las de los fluidos que están reemplazando. Las composiciones pueden tener presiones operativas máximas no superiores a 300 kPa (3 bar), preferentemente no superiores a 200 kPa (2 bar) a 45 °C en comparación con los refrigerantes que pueden reemplazar. Las composiciones con PCG relativamente altos tienden a ser no inflamables (A1), mientras que las composiciones con PCG inferiores tienden a ser ligeramente inflamables (A2L). Para el equipo existente puede haber poco margen para realizar modificaciones físicas. Por lo tanto, la no inflamabilidad (A1) es esencial para su uso en los equipos existentes. Se pueden requerir composiciones con valores de PCG superiores. Para los equipos existentes, donde son posibles las modificaciones y, en especial, para las nuevas instalaciones diseñadas para aprovechar sus propiedades ventajosas, se prefieren las mezclas

con PCG inferiores, incluso si tienen una calificación A2L.

El término "deslizamiento" se ha definido previamente como la diferencia de temperatura entre el punto de burbujeo y el punto de rocío a la presión constante especificada. Esto puede denominarse deslizamiento "intrínseco" del refrigerante. Definido de esta manera, el "deslizamiento" es una propiedad puramente termodinámica de un refrigerante, y es independiente del equipo y de las condiciones de funcionamiento.

10

En el condensador, donde el refrigerante se mueve desde el punto de rocío hasta el punto de burbujeo a medida que se condensa, el deslizamiento observado es una combinación del deslizamiento intrínseco del refrigerante más el deslizamiento inducido por la caída de presión necesaria para mantener el flujo del refrigerante.

En un evaporador, donde una parte del refrigerante ya se ha vaporizado en el dispositivo de expansión, por ejemplo, una válvula o un tubo capilar, una mezcla de dos fases entra en el evaporador. En este caso, el deslizamiento es la diferencia entre la temperatura de entrada y el punto de rocío. Esta diferencia puede depender de las condiciones de funcionamiento. El deslizamiento observado será el deslizamiento intrínseco del refrigerante menos el deslizamiento causado por la caída de presión en el evaporador requerida para mantener el flujo de refrigerante. Se puede usar un deslizamiento del evaporador medido o calculado en condiciones específicas.

30

En la presente memoria descriptiva, los deslizamientos de temperatura en las condiciones de funcionamiento especificadas

para el equipo se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. Deslizamiento insignificante - Inferior a $-272,65\text{ }^{\circ}\text{C}$ (0,5 K)
2. Deslizamiento bajo - de $-272,65\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-271,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (de 0,5 K a 2,0 K)
3. Deslizamiento medio - Superior a $-271,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-268,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2,0 K a 5,0 K)
4. Deslizamiento amplio - Superior a $-268,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-263,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (5,0 K a 10,0 K)
5. Deslizamiento muy amplio - Superior a $-263,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (10,0 K)

Las composiciones de la presente invención pueden tener un deslizamiento de temperatura amplio o muy amplio.

Las composiciones ilustrativas pueden consistir esencialmente en CO_2 , un HFO con un punto de ebullición normal inferior a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y uno o más de entre R32, R227ea, R134a y R125. Los HFO ilustrativos son R1234yf y R1234ze(E). Estos fluidos pueden proporcionar una combinación de presiones de vapor apropiadas para formular reemplazos de R404A, R507 y R410A con baja inflamabilidad y baja toxicidad. Pueden proporcionar composiciones donde se pueda compensar parcial o completamente la inflamabilidad de los HFO y de R32, por la presencia de gases CO_2 no inflamables, R125 y R227ea. Además, los PCG relativamente altos de R125 y R227ea y el PCG moderado de R32 pueden compensarse con los muy bajos PCG del CO_2 y de los HFO.

Las realizaciones ilustrativas de la presente invención

proporcionan composiciones refrigerantes que permiten que el equipo siga funcionando a presiones adecuadas para su uso con R404A, R507 o R410A. Estas realizaciones proporcionan refrigerantes de reemplazo para dar servicio al equipo existente y cargar equipos nuevos. Este objetivo se puede lograr con composiciones que tengan PCG no superiores a 1.050. Inicialmente, una cuota reducida de PCG según la UE puede proporcionar la latitud adecuada para composiciones de acuerdo con la presente invención que tienen propiedades termodinámicas y de inflamabilidad que les permiten acondicionarse a los diseños existentes de equipos de R404A, R507 y R410A con pocas o ninguna modificación. Esto es ventajoso, porque una composición de acondicionamiento reduce al mínimo el coste para el propietario del equipo.

Como las regulaciones de PCG reducen aún más el suministro, puede resultar difícil proporcionar refrigerante suficiente para satisfacer las demandas del mercado usando composiciones de acondicionamiento. Sorprendentemente, los presentes inventores han descubierto que las composiciones con PCG inferiores a 800, que, en sí mismas, no tienen las propiedades termodinámicas para ser fluidos de acondicionamiento, se pueden usar, por ejemplo, en el servicio anual, para recargar el refrigerante restante en una unidad que contenga R404A, R507 o R410A, permitiendo así que el equipo siga funcionando, por ejemplo, durante al menos 5 años, a pesar de la existencia de pequeñas fugas persistentes. Dichas composiciones pueden denominarse "extensores". Un aspecto adicional de la presente invención es proporcionar un extensor con PCG inferior a 300, que se puede usar como refrigerante para dar servicio a los equipos existentes a medida que las

regulaciones en materia del PCG se vuelven más estrictas. Estas composiciones pueden permitir el uso continuo de tecnología y equipos existentes, evitando así el alto coste de reemplazar equipos que aún funcionan o el coste de desarrollar nuevas tecnologías.

Aunque los hidrocarburos, el amoníaco y el dióxido de carbono (CO_2) son refrigerantes técnicamente viables para sistemas de refrigeración y aire acondicionado, y tienen PCG considerablemente inferiores a los de los HFC, no son reemplazos directos para el R507 y el R410A, ya que tienen desventajas inherentes que van en contra de su uso general, particularmente, en zonas públicas tales como supermercados. Los hidrocarburos altamente inflamables solo se pueden usar de forma segura junto con un circuito de refrigeración secundario, lo que reduce la eficacia energética y aumenta los costes, o con pequeñas cargas, lo que limita gravemente la función de refrigeración máxima para la que se pueden usar. Incluso tomando dichas precauciones de seguridad, los refrigerantes de hidrocarburos y el amoníaco han causado daños en los edificios, lesiones y muertes. El CO_2 debe usarse en el estado transcrítico, en el lado de alta presión del sistema para permitir el rechazo de calor hacia el aire ambiente. Las presiones suelen ser superiores a 10.000 kPa (100 bar), generando, de nuevo, una penalización energética y también un coste de capital significativamente superior en comparación con los sistemas de R404A, R507 y R410A convencionales. El amoníaco es marcadamente tóxico. Las fugas de las instalaciones de refrigeración industriales pueden causar la muerte y lesiones. Debido a estas propiedades adversas, los hidrocarburos, el amoníaco y el CO_2 no se pueden acondicionar

a las unidades de R404A, R507 o R410A existentes.

Las composiciones ilustrativas tienen valores de PCG directos que son inferiores a aproximadamente 1.050. Los valores de PCG se registran ampliamente en la literatura, por ejemplo, según lo publicado por la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA) o los informes del IPCC.

Las realizaciones ventajosas de la presente invención consisten esencialmente en mezclas de dióxido de carbono y R1234zc(E) y/o R1234yf, R125, R134a, R227ca y R32, en las proporciones reivindicadas en el presente documento, en donde las composiciones tienen clasificaciones de seguridad de A1 o A2L de acuerdo con la Norma 34 de ASHRAE mientras proporcionan efectos y rendimientos de refrigeración similares o superiores a los de los refrigerantes a los que se pretende reemplazar, pero con presiones de funcionamiento máximas que permitan su uso con componentes de equipos con presión nominal para R404A, R507 o R410A.

20

Las composiciones de la presente invención pueden usarse para reemplazar total o parcialmente un refrigerante, por ejemplo, R404A, R410A o R507. Las composiciones pueden usarse para acondicionar completamente el equipo existente o para recargar el equipo existente, por ejemplo, después de una fuga gradual. Como alternativa, las composiciones pueden usarse como refrigerantes en equipos nuevos u originales (OEM).

En una primera realización a ilustrativa, la composición puede usarse en equipos de aire acondicionado que funcionan a una temperatura de evaporación en el intervalo de

aproximadamente 0 °C a aproximadamente 15 °C, por ejemplo, de aproximadamente 2 °C a aproximadamente 15 °C, por ejemplo, el equipo diseñado para su uso con R410A.

5 En una segunda realización ilustrativa, la composición puede usarse en equipos de refrigeración a baja temperatura que funcionan a una temperatura de evaporación, por ejemplo, de aproximadamente -15 °C a aproximadamente -20 °C, por ejemplo, con equipos diseñados para su uso con R404A o R507.

10 Las composiciones ilustrativas de la presente invención son capaces de mantener las propiedades del refrigerante existente cuando se usan en combinación con el refrigerante existente o como un reemplazo completo del refrigerante existente. Se pueden lograr las siguientes propiedades.

15

El PCG del refrigerante debe ser inferior al PCG del refrigerante original.

20 La capacidad de refrigeración del refrigerante debe ser similar, por ejemplo ($\pm 20\%$) a la del refrigerante original. Esto es importante para permitir que el equipo funcione adecuadamente en un ambiente caluroso.

25 La presión de descarga no debe superar la presión nominal máxima del equipo.

30 La temperatura de descarga no debe superar significativamente la temperatura de descarga para la que está diseñado el equipo. Si la temperatura de descarga es excesiva, la vida útil del equipo puede verse reducida.

Es una ventaja que las composiciones de acuerdo con la presente invención puedan tener temperaturas de descarga inferiores a las esperadas tras un cálculo estándar, por ejemplo, usando el método del Ciclo D NIST. Las composiciones ilustrativas pueden tener temperaturas de descarga inferiores a los valores calculados y, por ejemplo, de aproximadamente 5 °C a 10 °C por encima de los valores medidos para R404A, R507 o R410A.

El consumo eléctrico del equipo, cuando se usa el refrigerante de reemplazo no debe ser significativamente superior, por ejemplo, más de un 20 % superior en comparación con el consumo eléctrico cuando se usa el refrigerante original.

Las composiciones ilustrativas pueden tener la ventaja adicional de no ser azeótropos o similares a los azeótropos. Las composiciones preferidas hierven en un intervalo de temperatura superior a aproximadamente 10 °C, por ejemplo, superior a 20 °C.

Es una creencia común que es necesaria una composición similar a un azeótropo. Los presentes inventores han descubierto inesperadamente que las composiciones de tipo azeótropo no son necesarias y pueden ser desventajosas. Este descubrimiento es particularmente útil cuando se usa un intercambiador de intercambio de calor directo (DX, *Direct heat eXchange*) en el que un aumento progresivo de la temperatura depende del deslizamiento del refrigerante.

En el equipo condensador que usa una composición

refrigerante de la presente invención, el deslizamiento por caída de presión es en la misma dirección que el deslizamiento del refrigerante, de modo que los efectos son aditivos.

5 Por el contrario, en un evaporador, el deslizamiento por caída de presión es en la dirección opuesta al deslizamiento del refrigerante, de modo que los dos efectos pueden anularse parcial o completamente. Un evaporador enfría, por ejemplo, una corriente de aire o una corriente de líquido en un intervalo
10 que varía de una temperatura superior a una temperatura inferior. Si el deslizamiento de temperatura del refrigerante en evaporación es significativamente superior al intervalo de refrigeración requerido, entonces se puede ver comprometida la eficacia de la unidad. Preferentemente, el deslizamiento debe
15 ser igual o inferior al intervalo. El deslizamiento del evaporador inducido por presión puede actuar en oposición al deslizamiento del refrigerante intrínseco para producir un deslizamiento observado que sea aceptable para un intervalo de refrigeración requerido.

20

 En caso de que la disponibilidad de R404A, R507 y R410A de alto PCG pueda verse limitada por las regulaciones de la UE en materia de gases fluorados y por una legislación global similar tras la ratificación de la Enmienda de Kigali al
25 Protocolo de Montreal, puede que sean insuficientes las cantidades de estos refrigerantes para dar servicio a los equipos existentes. Las modificaciones importantes de los equipos de R404A, R507 y R410A existentes pueden ser prohibitivamente caras. La UE está limitando la disponibilidad
30 al reducir aún más las cuotas de PCG a los proveedores a partir de 2018. Las realizaciones ilustrativas de la presente

invención pueden superar la limitación de cuota proporcionando refrigerantes que comprendan un HFO, CO₂ y R227ea que puedan usarse para "recargar" las unidades de R404A, R507 y R410A, permitiendo su funcionamiento durante al menos otros cinco años. Por lo general, los equipos de refrigeración comerciales pierden del 5 al 20 % de su carga de refrigerante cada año y se recargan con refrigerante nuevo en su servicio anual. Sorprendentemente, los presentes inventores han encontrado que las mezclas que comprenden dióxido de carbono, R1234yf y/o R1234ze(E), R227ea, R32, R125 y, opcionalmente, R134a se pueden añadir al R404A, R507 o R410A que quede en una bomba térmica tras una fuga para permitir el funcionamiento continuo del dispositivo. Dichas composiciones se denominan "extensores", es decir, extienden la vida útil de las unidades a las que se añaden. Debido a que la mayoría de las instalaciones existentes no están diseñadas para manejar refrigerantes inflamables (A2), los extensores son refrigerantes A1 no inflamables. Para asegurar un funcionamiento eficaz, las composiciones requieren capacidades de succión y temperaturas máximas de funcionamiento comparables a los refrigerantes que están reemplazando. Preferentemente, los PCG de las composiciones extensoras deberían ser inferiores a 800 y, preferentemente, inferiores a 300, para aumentar al máximo la cantidad de refrigerantes disponible para la recarga dentro de las limitaciones de las cuotas impuestas por el gobierno.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona una composición extensora refrigerante de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención.

R227ea tiene un PCG relativamente alto, de 3.220, pero no

es inflamable y tiende a destilarse junto con R1234ze (E) y R1234yf, ayudando así a la formulación de mezclas no inflamables. Por el contrario, R32 tiene un PCG inferior (675), pero es inflamable. Dado que se requieren mezclas de extensores

5 no inflamables, puede ser ventajoso omitir a R32 para aumentar al máximo la cantidad de R227ea que se pueda añadir a fin de garantizar la no inflamabilidad. Para las mezclas con un PCG que no exceda un PCG de 800, entonces el contenido máximo de R227ea puede ser de aproximadamente el ~24,8 %; para un PCG
10 que no sea superior a 500, la cantidad máxima de R227ea puede ser de aproximadamente el 15-5 %; y para un PCG que no sea superior a 300, el máximo puede ser de aproximadamente el 9,2 %.

15 En algunas realizaciones, la cantidad de R227ea puede estar en el intervalo del 4 % al 15 %.

En general, las fugas de refrigerante pueden ser pequeñas (del 5 al 20 % anual) permitiendo la recarga en un servicio
20 anual. Pero pueden producirse pérdidas catastróficas de refrigerante cuando se pierde la mayor parte de la carga, lo que requiere esencialmente un reemplazo completo del refrigerante original. Las composiciones descritas anteriormente como extensores pueden usarse con este fin, si
25 es necesario, modificando las unidades para que sean compatibles con las propiedades físicas específicas de estas mezclas. Pero las composiciones pueden producir temperaturas de descarga excesivas en los condensadores y evaporadores, si los sistemas no pueden modificarse. En estas circunstancias,
30 se prefieren composiciones que tengan temperaturas de descarga inherentemente aceptables, volúmenes específicos de succión,

una calificación de seguridad A1 y presiones operativas máximas para permitir su uso en los equipos de R404A, R507 o R410A existentes. Sorprendentemente, los presentes inventores han encontrado que esta combinación preferida de propiedades se puede lograr mediante composiciones que comprendan R32, R125, R1234yf, R1234ze y R227ea de acuerdo con las reivindicaciones de la presente invención.

La presente invención puede permitir el reemplazo de R404A, R507 y R410A, los refrigerantes más usados en los equipos de refrigeración y aire acondicionado, proporcionando una reducción sustancial del PCG superior al 80 % con mezclas que tienen un PCG de entre 1 y 800, y sin ninguna reducción en el rendimiento, incluida la eficacia y la capacidad energéticas.

Una composición refrigerante ilustrativa puede consistir esencialmente en uno de los siguientes: dióxido de carbono 5-20 %

un HFO seleccionado del grupo que consiste en: R1234yf y R1234ze(E) y mezclas de los mismos, 30-92 %

R32	5-30 %
R125	5-30 %
R227ea	4-15 %
R134a	0-15 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para reemplazar total o parcialmente a R404A, R507 o R410A

consiste o consiste esencialmente en:

R125	6-23 %
dióxido de carbono	6-20 %
R1234ze	55-68 %
R227ea	6-15 %
R32	6-20 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

5

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para reemplazar total o parcialmente a R404A, R507 o R410A consiste o consiste esencialmente en:

R125	6-20 %
dióxido de carbono	6-18 %
R1234ze	55-67 %
R227ea	7-15 %
R32	7-20 %

10 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa puede consistir esencialmente en una de las siguientes:

R125	9,5 %
dióxido de carbono	8 %
R1234ze	65 %
R227ea	8 %
R32	9,5 %

15 en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa puede consistir o consistir esencialmente en una de las siguientes:

(a)

R125	9,5 %
dióxido de carbono	9 %
R1234ze	58 %
R227ea	7 %
R32	9,5 %
R134a	7 %

5 en donde los porcentajes son en masa.

(b)

R125	11 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	57 %
R227ea	7 %
R32	11 %
R134a	3 %

en donde los porcentajes son en masa.

(c)

R125	18 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	44 %
R227ea	6 %
R32	17 %
R134a	4 %

en donde los porcentajes son en masa.

(d)

R125	11 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	55 %

R227ea	7 %
R32	11 %
R134a	5 %

en donde los porcentajes son en masa.

(e)

R125	13 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	53 %
R227ea	7 %
R32	13 %
R134a	3 %

en donde los porcentajes son en masa.

(f)

R125	13 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	55 %
R227ea	7 %
R32	13 %
R134a	1 %

en donde los porcentajes son en masa.

(g)

R125	14 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	51 %
R227ea	7 %
R32	14 %
R134a	3 %

en donde los porcentajes son en masa.

(h)

R125	14 %
dióxido de carbono	11 %

R1234ze	55 %
R227ea	7 %
R32	13 %
R134a	

en donde los porcentajes son en masa.

(i)

R125	10,5 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	57 %
R227ea	7 %
R32	10,5 %
R134a	4 %

en donde los porcentajes son en masa.

(j)

R125	10,5 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	58 %
R227ea	7 %
R32	10,5 %
R134a	3 %

en donde los porcentajes son en masa.

(k)

R125	11,5 %
dióxido de carbono	10 %
R1234ze	57 %
R227ea	7 %
R134a	3 %
R32	11,5 %

(l)

R125	11,5 %
------	--------

dióxido de carbono	10 %
R1234ze	56 %
R227ea	8 %
R32	11,5 %
R134a	3 %

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A, R507 o R410A puede consistir o consistir esencialmente en una de las siguientes:

5

(a)

R125	19 %
dióxido de carbono	10 %
R1234ze	44 %
R227ea	3 %
R32	17 %
R134a	7 %

en donde los porcentajes son en masa.

(b)

R125	18 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	44 %
R227ea	7 %
R32	11 %
R134a	3 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A, R507 o R410A puede

10

consistir o consistir esencialmente en:

R125	1-30 %
dióxido de carbono	1-30 %
R1234yf	35-70 %
R227ea	1-10 %
R32	1-30 %
R134a	0-15 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

5 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	5-30 %
dióxido de carbono	5-25 %
R1234yf	50-70 %
R227ea	2-10 %
R32	5-30 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

10

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

15

R125	6-27 %
dióxido de carbono	6-20 %
R1234yf	55-70 %
R227ea	3-10 %
R32	6-27 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

5 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	7-25 %
dióxido de carbono	7-20 %
R1234yf	58-69 %
R227ea	5-10 %
R32	7-25 %

10 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

15 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	7-23 %
dióxido de carbono	7-20 %
R1234yf	58-68 %
R227ea	6-10 %
R32	7-20 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

20 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor

o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	7-20 %
dióxido de carbono	7-18 %
R1234yf	59-67 %
R227ea	7-10 %
R32	7-20 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	9,5 %
dióxido de carbono	8 %
R1234yf	65 %
R227ea	8 %
R32	9,5 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	9-25 %
dióxido de carbono	7-20 %
R1234yf	35-60 %

R227ea	2-10 %
R32	9-25 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

5 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	12-23 %
dióxido de carbono	8-20 %
R1234yf	35-55 %
R227ea	3-10 %
R32	12-23 %

10 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

15 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	19 %
dióxido de carbono	16 %
R1234yf	41 %
R227ea	5 %
R32	19 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un extensor o un nuevo equipo alternativo para R404A, R507 o R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

5

dióxido de carbono 1-35 %
un HFO seleccionado del grupo que consiste en R1234yf y HF01234ze (E) o mezclas de los mismos, 30-95 %
y opcional, R32 1-30 %
R125 1-30 %
y R227ea 1-15 %
y mezclas de los mismos,

10 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un extensor o un nuevo equipo alternativo para R404A, R507 o R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

15

dióxido de carbono 10-30 %
un HFO seleccionado entre R1234yf o R1234ze (E), y mezclas de los mismos 40-85 %
R227ea 5-15 %
en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

20

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar

para proporcionar un extensor o un nuevo equipo alternativo para R404A, R507 o R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

dióxido de carbono	10-25 %
un HFO seleccionado entre R1234yf o R1234ze (E), y mezclas de los mismos	60-83 %
R227ea	5-12 %

5 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un extensor o un nuevo equipo alternativo para R404A o R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

10

dióxido de carbono	22 %
R227ea	9 %
y R1234ze(E) o R1234yf	69 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un extensor o un nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

15

dióxido de carbono	21-30 %
R1234ze(E)	60-71 %
R227ea	7-10 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un extensor o un nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

dióxido de carbono	25 %
R227ea	9 %
y R1234ze(E) o R1234yf	66 %

5 en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que puede ser adecuada como reemplazo de R404A o R507 en los equipos de refrigeración, puede consistir o consistir esencialmente en:

10

dióxido de carbono	10-20 %
y un HFO seleccionado entre R1234yf y R1234ze(E), o mezclas de los mismos	90-80 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

15 Una composición refrigerante ilustrativa que es adecuada como reemplazo de R404A o R507 en los equipos de refrigeración, puede consistir o consistir esencialmente en:

dióxido de	10-30 %
carbono	
R1234ze	70-90 %

en donde los porcentajes son en masa.

20

Una composición refrigerante ilustrativa que es adecuada como reemplazo de R404A o R507 en los equipos de refrigeración, puede consistir o consistir esencialmente en:

dióxido de 15-25 %

carbono

R1234ze 75-90 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que es adecuada como reemplazo de R404A o R507 en los equipos de refrigeración,
5 puede consistir o consistir esencialmente en:

dióxido de carbono 15 %

R1234ze 85 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que es adecuada
10 como reemplazo de R404A o R507 en los equipos de refrigeración,
puede consistir o consistir esencialmente en:

dióxido de carbono 20 %

R1234ze 80 %

en donde los porcentajes son en masa.

15 Una composición refrigerante ilustrativa que es adecuada
como reemplazo de R404A o R507 en los equipos de refrigeración,
puede consistir o consistir esencialmente en:

dióxido de 12-23 %

carbono

R1234yf 77-88 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que es adecuada

como reemplazo de R410A en los equipos de aire acondicionado puede consistir o consistir esencialmente en:

dióxido de carbono 12-20 %

y un HFO seleccionado entre R1234yf y 80-88 %

R1234ze(E), o mezclas de los mismos

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que es adecuada como reemplazo de R410A en los equipos de aire acondicionado puede consistir o consistir esencialmente en:

dióxido de 15-23 %

carbono

R1234yf 77-85 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

R125 6-23 %

dióxido de carbono 6-20 %

R1234ze 55-68 %

R227ea 6-15 %

R32 6-20 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

5

R125	6-20 %
dióxido de carbono	6-18 %
R1234ze	55-67 %
R227ea	7-15 %
R32	7-20 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

10

R125	14 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	55 %
R227ea	7 %
R32	13 %

en donde los porcentajes son en masa.

15

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

20

R125	9,5 %
------	-------

dióxido de carbono	8 %
R1234ze	65 %
R227ea	8 %
R32	9,5 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	9,5 %
dióxido de carbono	9 %
R1234ze	57 %
R227ea	15 %
R32	9,5 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	9,5 %
dióxido de carbono	9 %
R1234ze	58 %
R227ea	14 %
R32	9,5 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar

para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	12-23 %
dióxido de carbono	8-20 %
R1234ze	35-55 %
R227ea	3-10 %
R32	12-23 %

- 5 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

- 10 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

R125	19 %
dióxido de carbono	16 %
R1234ze	41 %
R227ea	5 %
R32	19 %

en donde los porcentajes son en masa.

- 15 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A, R507 o R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

dióxido de 1-35 %
carbono

R1234yf	15-45 %
R1234ze	15-50 %

y opcional, R32, R125 y R227ea o mezclas de los mismos, en donde los porcentajes de los componentes, incluyendo cualquier componente opcional, son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

5

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A, R507 y R410A puede consistir o consistir esencialmente en:

10

R125	19 %
dióxido de carbono	16 %
R1234ze	20 %
R1234yf	21 %
R227ea	5 %
R32	19 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa puede consistir o consistir esencialmente en:

dióxido de carbono	1-35 %
un HFO seleccionado entre R1234yf y HF01234ze(E),	30-
o mezclas de los mismos,	95 %

15

y opcional, R32, R125, R134a y R227ea o mezclas de los mismos, en donde los porcentajes de los componentes, son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

20

Una composición refrigerante ilustrativa puede consistir

esencialmente en:

dióxido de carbono	1-35 %
un HFO seleccionado entre R1234yf y	30-95 %
HF01234ze(E), o mezclas de los mismos,	
y opcional, R32	1-30 %
R125	1-30 %
R134a	1-30 %
y R227ea	1-15 %
o mezclas de los mismos,	
en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre	
los intervalos citados hasta un total del 100 %.	

5 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A, R507 o R410A puede consistir esencialmente en:

R125	1-30 %
dióxido de	1-30 %
carbono	
R1234yf	30-
	70 %
R134a	2-30 %
R32	1-30 %
y opcionalmente	1-10 %
R227ea	

10 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor

o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir esencialmente en:

R125	12-23 %
dióxido de carbono	8-20 %
R1234yf	30-55 %
R134a	7-25 %
R32	12-23 %
y opcionalmente	3-10 %
R227ea	

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir en:

R125	18 %
dióxido de carbono	16 %
R1234yf	31 %
R134a	17 %
R32	18 %

en donde los porcentajes son en masa y un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un extensor o un nuevo equipo alternativo para R404A, R507 o R410A puede consistir esencialmente en:

dióxido de carbono	1-35 %
--------------------	--------

un HFO seleccionado entre R1234yf y R1234ze(E), o 30-
mezclas de los mismos, 95 %
y opcional, R32 1-30 %
R125 1-30 %
R134a 1-30 %
y opcionalmente R227ea 1-10 %
o mezclas de los mismos,
en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre
los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar
5 para proporcionar un extensor o un nuevo equipo alternativo
para R404A, R507 o R410A puede consistir en

dióxido de carbono 10-30 %
un HFO seleccionado entre R1234yf o R1234ze(E), o 30-85 %
mezclas de los mismos
R134a 3-25 %
y opcionalmente R227ea 5-15 %
en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre
los intervalos citados hasta un total del 100 %.

10 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar
para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor
o nuevo equipo alternativo para R404A, R507 o R410A puede
consistir esencialmente en:

R125 1-30 %
dióxido de carbono 1-30 %
R1234ze 30-70 %
R134a 1-30 %
R227ea 1-15 %
R32 1-30 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir esencialmente en:

R125	5-30 %
dióxido de carbono	5-25 %
R1234ze	30-68 %
R134a	2-15 %
R227ea	2-15 %
R32	5-30 %
R227ea	2-15 %
R32	5-30 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

10

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir en

R125	13 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	53 %
R227ea	3 %
R134a	7 %
R32	13 %

15 en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir en

R125	14 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	51 %
R227ea	3 %
R134a	7 %
R32	14 %

5 en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir
10 esencialmente en:

R125	6-20 %
dióxido de carbono	6-18 %
R1234ze	30-63 %
R134a	5-10 %
R227ea	7-15 %
R32	7-20 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

15 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir esencialmente en:

R125	9,5 %
dióxido de carbono	9 %
R1234ze	58 %
R227ea	7 %
R134a	7 %
R32	9,5 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir esencialmente en:

5

R125	10,5 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	57 %
R227ea	7 %
R134a	4 %
R32	10,5 %

en donde los porcentajes son en masa.

10

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A y R507 puede consistir esencialmente en:

R125	10,5 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	58 %
R227ea	7 %
R134a	3 %

R32 10,5 %

en donde los porcentajes son en masa.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir esencialmente en:

R125 9-25 %

dióxido de carbono 6-20 %

R1234ze 30-60 %

R134a 2-30 %

R227ea 2-10 %

R32 9-25 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

10

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir esencialmente en:

15

R125 19 %

dióxido de carbono 10 %

R1234ze 44 %

R134a 7 %

R227ea 3 %

R32 17 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir esencialmente en:

5

R125	18 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	44 %
R134a	3 %
R227ea	7 %
R32	17 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

10 Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir esencialmente en:

R125	18 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	44 %
R134a	4 %
R227ea	6 %
R32	17 %

15 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir

esencialmente en:

R125	12-23 %
dióxido de carbono	8-20 %
R1234ze	30-55 %
R134a	5-25 %
R227ea	3-10 %
R32	12-23 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

5

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir esencialmente en:

10

R125	12-23 %
dióxido de carbono	8-20 %
R1234ze	30-55 %
R134a	5-25 %
R32	12-23 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

15

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir esencialmente en:

R125	13-21 %
dióxido de carbono	10-18 %

R1234ze	30-45 %
R134a	8-20 %
R32	13-20 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R410A puede consistir esencialmente en:

R125	18 %
dióxido de carbono	16 %
HFO-1234ze	31 %
R134a	17 %
R32	18 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Una composición refrigerante ilustrativa que se puede usar para proporcionar un reemplazo de acondicionamiento, extensor o nuevo equipo alternativo para R404A, R507 o R410A puede consistir esencialmente en:

dióxido de carbono	1-35 %
R1234yf	15-45 %
HFO-1234ze	15-50 %

y opcional, R32, R125, R134a y R227ea o mezclas de los mismos, en donde los porcentajes de los componentes, incluyendo cualquier componente opcional, son en masa y se seleccionan

entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

Aunque las mezclas anteriores se describan como mezclas de recarga para las unidades de R404A, R507 y R410A existentes, también se pueden usar como reemplazos competitivos en algunos casos, si es necesario, modificando las unidades para que sean compatibles con las propiedades físicas específicas de estas mezclas.

La presente invención permite el reemplazo de R404A, R507 y R410A, los refrigerantes más usados en los equipos de refrigeración y aire acondicionado, proporcionando una reducción sustancial del GWP superior al 80 % con mezclas que tienen un GWP de entre 1 y 500, y sin ninguna reducción en el rendimiento, incluida la eficacia y la capacidad energéticas.

Cada mezcla que es objeto de la presente invención puede usarse en una bomba térmica lubricada con un aceite que contenga oxígeno, por ejemplo, POE o PAG, o con dichos aceites mezclados con un lubricante de hidrocarburo hasta el 50 %, por ejemplo, un aceite mineral, alquilbenceno o polialfa-olefina.

Cada mezcla que es objeto de la presente invención puede usarse en una bomba térmica lubricada con un aceite que contenga oxígeno, por ejemplo, POE o PAG, o con dichos aceites mezclados con un lubricante de hidrocarburo hasta el 50 %, por ejemplo, un aceite mineral, alquilbenceno y polialfa-olefina.

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

Ejemplo 1

Las composiciones refrigerantes mostradas en la Tabla 1 se evaluaron como reemplazos para 10 R410A en equipos
5 existentes y nuevos.

Tabla 1

Refrigerante n.º	Nombre químico	R410A	Mezcla 1	Mezcla 2
R125	pentafluoroetano	50	18,7	18
R134a	1,1,1,2-tetrafluoroetano	0	7,4	4,2
R744	dióxido de carbono	0	10,3	10,9
R1234yf	2,3,3,3-tetrafluoroprop-1-eno	0	0	0
R227ea	1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano	0	3	5,8
R1234ze (E)	E-1,3,3,3-tetrafluoroprop-1- eno	0	43,3	43,8
R32	difluorometano	50	17,2	17,4
PCG		2088		

Se usó una unidad de aire acondicionado dividida,
10 reversible, Toshiba, Modelo RAS-137SAV-E3, que contenía 0,8 kg de R410A para enfriar una sala, y se controló usando sensores de temperatura y de presión colocados como se indica en la Figura 15 con un medidor de la corriente para registrar el consumo de energía eléctrica del compresor. Los datos
15 recopilados se muestran en la Tabla 2a. I (A) es la corriente en amperios consumida por el compresor.

T1 es el sensor ubicado en la corriente de aire que sale del evaporador.

20 T2 es el sensor ubicado dentro de la sala.

T3 es el sensor ubicado en la corriente de aire en la salida del condensador.

T4 es el sensor ubicado en la corriente de aire que entra en el condensador.

T5 es el sensor ubicado en la descarga de refrigerante del compresor.

10 P1 es la presión de succión del compresor.

Tabla Refrigerante:

2a R410A Modo: Refrigeración

T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	P1 (kPa [bar g])	I (A)	Tiempo (min)
31	28,2	27,1	26,3	45,7	1.439 (14,39)	0,18	0
16,4	27,2	34,6	26,9	49,1	850 (8,5)	3,22	5
14,5	26,4	34	27,6	50,5	880 (8,8)	3,29	10
12,8	25,9	35,2	28,7	49,8	850 (8,5)	3,35	15
11,9	25,6	34,6	28,5	48,5	830 (8,3)	3,37	20
11	25,3	34,6	28,6	48,4	800 (8)	3,39	25
10,5	25,1	34,4	28,8	48,7	790 (7,9)	3,34	30

15 Se reemplazó el R410A por 0,8 kg de Mezcla 1 con la composición que se muestra en la Tabla 1 y se volvió a poner el dispositivo en funcionamiento para enfriar la sala. Los datos recopilados se muestran en la Tabla 2b.

Tabla Refrigerante:

2b Mezcla 1 Modo: Refrigeración

T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	P1 (kPa [bar g])	I (A)	Tiempo (min)
27,7	27,9	28,6	26,5	27,6	1.185 (11,85)	0	0
20	26,9	29,1	27,3	41,5	366 (3,66)	4	5
14,9	25,9	32,4	29,2	52,6	572 (5,72)	2,95	10
13,9	25,5	31,6	28,8	53,7	572 (5,72)	2,9	15
13,5	25,3	31,6	28,6	53,5	561 (5,61)	2,87	20
13,1	25,2	32,3	28,9	53,4	555 (5,55)	2,9	25
12,8	25	32,1	29,3	53,2	546 (5,46)	2,98	30
12,5	24,9	31,9	29	53,1	541 (5,41)	2,93	35

Entonces, se retiró la Mezcla 1 del dispositivo, que luego
5 se volvió a cargar con 0,8 kg de Mezcla 2. El dispositivo volvió a enfriar la sala, y los datos recopilados se muestran en la Tabla 1c.

Tabla Refrigerante:

10

2c Mezcla 2 Modo Refrigeración

T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	P1 (kPa [bar g])	I (A)	Tiempo (min)
30	29,8	31,3	29,6	39,2	1.358 (13,58)	0	0
17,6	28,2	32,5	30	55,2	560 (5,6)	4,4	5
14,7	27,3	34,3	30,2	57,6	533 (5,33)	4,43	10
13,8	26,9	34,6	30,6	57,5	515 (5,15)	4,42	15
13,1	26,5	34,6	30,5	57,9	497 (4,97)	4,39	20
12,3	26,2	34,5	30,8	58,1	486 (4,86)	4,36	25
12	26	34,8	31,8	58,7	481 (4,81)	4,43	30

Los datos muestran que tanto la Mezcla 1 como la Mezcla 2
15 son reemplazos eficaces de acondicionamiento para R410 en una

unidad de aire acondicionado dividida típica. Se prefiere, en especial, la Mezcla 1, porque tiene un consumo de corriente inferior y, por lo tanto, un consumo eléctrico inferior al de R410A. En otras palabras, la Mezcla 1 es más eficaz que R410A.

5

Ejemplo 2

Las composiciones refrigerantes que contienen R1234ze (E) y R1234yf, mostradas en la Tabla 2, se evaluaron como posibles reemplazos para R410A en unidades de aire acondicionado mediante la modelización de sus rendimientos usando simulaciones de ciclo basadas en datos termodinámicos generados por REFPROP v10 de NIST. Los resultados demostraron que las Mezclas 3 a 6 son reemplazos aceptables para R410A. Los caudales fueron similares, de modo que los tubos de expansión capilar que se encuentran comúnmente en las unidades de aire acondicionado divididas de menor tamaño seguirán funcionando correctamente, evitando así costosas modificaciones. Las presiones operativas máximas, que se dieron en el condensador, no fueron de más de 200 kPa (2 bar) superiores a la de R410A en condiciones comparables, lo que está dentro de la calificación típica de una unidad de aire acondicionado dividida. Las temperaturas de descarga fueron 15 °C o menos por encima de las de R410A, evitando la descomposición térmica de los lubricantes o daños en otros componentes. Los PCG de las mezclas fueron todos inferiores a 1.000, por lo que 1 tonelada de una mezcla puede reemplazar a más de 2 toneladas de R410A y permanecer dentro del límite de PCG impuesto por la UE.

30

Tabla 3

		R410A	Mezcla 3	Mezcla 4	Mezcla 5	Mezcla 6
R125		0,5	19	18	17	17
R134a		0	7	4	10	14
R744		0	10	11	11	11
R1234yf		0	0	0	22	41
R227ea		0	3	6	3	0
R1234zeE		0	44	44	22	0
R32		0,5	17	17	17	17
		2088	980	998	952	912
Parámetros de entrada						
Función refrigerante	kW	1	1	1	1	1
Condensador						
Punto medio	°C	45	51	51	51	50
Subenfriamiento	kJ/kg	5	5	5	5	5
Temperatura del aire exterior	°C	35	35	35	35	35
Evaporador						
Punto medio	°C	7	15	15	15	15
Supercalentamient o	°C	5	5	5	5	5
Compresor						
Eficacia isentrópica		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Eficacia del motor eléctrico		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Eficacia volumétrica		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

		R410A	Mezcla 3	Mezcla 4	Mezcla 5	Mezcla 6
Resultados de rendimiento						
Condensador						
Presión	kPa (bar a)	2.730 (27,30)	2.633 (26,33)	2.702 (27,02)	2.831 (28,31)	2.930 (29,30)
Punto de rocío	°C	45,06	60,29	60,76	59,19	57,11
Punto de burbujeo	°C	44,94	41,71	41,24	42,81	42,89
Punto medio	°C	45	51	51		50
Deslizamiento	°C (K)	-273,05 (0,1)	-254,55 (18,6)	-253,65 (19,5)	-256,75 (16,4)	-258,95 (14,2)
Temperatura de salida	°C	39,9	36,7	36,2	37,8	37,9
Salida de calor	kW	1,30	1,34	1,34	1,35	1,34
Evaporador						
Presión	kPa (bar a)	993 (9,93)	788 (7,88)	808 (8,08)	869 (8,69)	945 (9,45)
Temperatura de entrada	°C	6,96	1,46	0,97	2,40	3,38
Punto de rocío	°C	7,04	16,54	17,03	15,60	14,62
Punto medio	°C	7	9	9	9	9
Deslizamiento	°C (K)	-273,05 (0,1)	-258,05 (15,1)	-257,05 (16,1)	-259,95 (13,2)	-261,95 (11,2)
Temperatura de salida	°C	12,0	21,5	22,0	20,6	19,6
Entrada de calor	kW	1	1	1	1	1
Compresor						
Temperatura de entrada en la carcasa	°C	12,0	21,5	22,0	20,6	19,6
Temperatura de entrada en el compresor	°C	25,7	38,3	38,9	36,6	34,5
Temperatura de descarga	°C	82,4	96,5	97,3	94,2	90,6

		R410A	Mezcla 3	Mezcla 4	Mezcla 5	Mezcla 6
Proporción de compresión		2,7	3,3	3,3	3,3	3,1
Entrada de energía eléctrica total	kW	0,30	0,34	0,34	0,35	0,34
Volumen de barrido	m³/h	0,65	0,78	0,77	0,74	0,70
<i>Sistema</i>						
Volumen específico de succión	kJ/m³	4960	4135	4224	4356	4622
Refrigeración del COP (<i>Coefficient of Performance,</i> Coeficiente de rendimiento)		3,32	2,95	2,94	2,89	2,95
Caudal másico	kg/s	0,00613	0,00622	0,00622	0,00655	0,00673

Ejemplo 3

La mezcla de composición refrigerante 7 que se muestra en la Tabla 4 se evaluó como un reemplazo para R404A en la unidad existente.

Tabla 4

Refrigerante n.º	Nombre químico	R404A	Mezcla 7	
R125	Pentafluoroetano	44	11,4	
R134a	1,1,1,2-tetrafluoroetano	4	3,3	
R143a	1,1,1-trifluoroetano	52	0	
R744	dióxido de carbono	0	10,4	

R1234yf	2,3,3,3-tetrafluoroprop-1-eno	0	0	
R227ea	1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano	0	7,4	
R1234ze(E)	3-tetrafluoroprop-1-eno	0	56,1	
R32	Difluorometano	0	11,4	
PCG		2088	733	

Mediante la prueba de una composición en una unidad real, se puede tardar varios días en evaluar el rendimiento. Por lo tanto, la selección inicial de candidatos normalmente se lleva

5 a cabo mediante el uso de un programa informático para modelizar el ciclo de refrigeración de Rankine usando como entrada las propiedades termodinámicas de la composición y los parámetros operativos importantes para generar como resultado criterios de rendimiento clave. Este tipo de programa es

10 ampliamente empleado en toda la industria de la refrigeración. Se modelizaron los rendimientos del R404A y de la Mezcla 7 en condiciones similares típicas de un arcón congelador de refrigeración comercial con un modelo de ciclo que usa REFPROP v10 de NIST que proporciona datos termodinámicos. Dado que la

15 Mezcla 7 tiene deslizamientos de temperatura muy amplios en el evaporador y el condensador, las temperaturas de punto medio de los intervalos de deslizamiento se seleccionaron para que fueran representativas de las temperaturas de evaporación y condensación. Los parámetros de entrada y salida se resumen en

20 la Tabla 5.

Tabla 5

Entrada		R404A	Mezcla 7	
Función refrigerante	kW	1	1	

Entrada		R404A	Mezcla 7	
Condensador				
Punto medio	°C	35	35	
Subenfriamiento	kJ/kg	5	5	
Evaporador				
Punto medio	°C	-35	-35	
Supercalentamiento	°C	10	10	
Compresor				
Eficacia isentrópica				
		0,7	0,7	
Eficacia del motor eléctrico		0,9	0,9	
Salida				
Condensador				
Presión	kPa (bar a)	161 (16,1)	164 (16,4)	
Punto de rocío	°C	35,2	47,5	
Punto de burbujeo	°C	34,8	22,5	
Punto medio	°C	35	35	
Deslizamiento	°C (K)	-272,75 (0,4)	-248,05 (25,1)	
Temperatura de salida	°C	29,8	17,5	
Evaporador				
Presión	kPa (bar a)	165 (1,65)	119 (1,19)	
Temperatura de entrada	°C	-35,2	-41,8	
Punto de rocío	°C	-34,8	-28,2	
Punto medio	°C	-35	-35	
Deslizamiento	°C (K)	-272,66 (0,49)	-259,65 (13,5)	
Temperatura de salida	°C	-24,8	-18,2	
Entrada de calor	kW	1	1	
Compresor				

Entrada		R404A	Mezcla 7	
Temperatura de entrada en la carcasa	°C	-24,8	-18,2	
Temperatura de entrada en el compresor	°C	-15,0	-4,3	
Temperatura de descarga	°C	83,0	121,4	38,4
Proporción de compresión		9,8	13,8	
Entrada de energía eléctrica total	kW	0,73	0,70	
Volumen de barrido	m³/h	4,10	4,53	
Sistema				
Volumen específico de succión	kJ/m³	790,7	715,5	90,5
Refrigeración del COP		1,4	1,4	
Caudal másico	kg/s	0,00898	0,00615	68,4
			1	

Aunque la Mezcla 7 tiene un PCG mucho más bajo que el R404A y su presión (de descarga) máxima es aceptable como acondicionamiento para R404A, los resultados del modelo 5 indicaron que el rendimiento de la Mezcla 7 fue inferior al de R404A en ciertos aspectos clave.

La temperatura de descarga del compresor es 38,4 °C superior para la Mezcla 7 en comparación con el R404A, lo que 10 reduciría seriamente la fiabilidad y la vida útil del compresor. El caudal másico de la Mezcla 7 es un 68,4 % inferior al del R404A, por lo tanto, para un congelador u otra unidad de refrigeración con un dispositivo de expansión de tubo capilar fijo, el caudal de la Mezcla 7 sería demasiado alto, 15 pudiendo inundar el evaporador, lo que podría producir una temperatura de evaporación demasiado alta, y también inundando el evaporador con el riesgo de que el líquido volviera al compresor, pudiendo producir daños.

El deslizamiento muy amplio del evaporador de $-259,65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($13,5\text{ K}$) haría que la temperatura de salida del refrigerante del evaporador ($-18,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) estuviera por encima de la temperatura máxima necesaria para mantener los alimentos congelados, por debajo de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El deslizamiento muy amplio del condensador de la Mezcla 7 ($-248,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ [$25,1\text{ K}$]) produjo una temperatura de salida del condensador de $17,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en comparación con los $29,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el R404A. Basándose en que la temperatura de salida debía ser al menos aproximadamente $-268,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (5 K) superior a la temperatura del aire ambiente para una adecuada transferencia de calor del refrigerante al aire, entonces R404A puede enfriarse con aire ambiente a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y menos, mientras que la Mezcla 7 solo funcionaría si la temperatura ambiente fuera inferior a $12\text{ }^{\circ}\text{C}$, un valor poco realista para un congelador comercial de un supermercado.

La capacidad de refrigeración por succión calculada de la Mezcla 7 fue solo del $68,4\%$. Esto indicó que el R404A no sería capaz de alcanzar ni de mantener los alimentos en el intervalo de temperatura requerido de $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, en especial, en un ambiente a altas temperaturas. Los cálculos predijeron que la Mezcla 7 no podría ser un reemplazo de acondicionamiento para el R404A. Sorprendentemente, los presentes inventores han encontrado que la Mezcla 7 es un buen acondicionamiento para el R404A en una unidad real. Al contrario de lo que se predice usando los cálculos convencionales.

Se cargó un arcón congelador de exposición AHT, Modelo Paris 250 (-) tipo LE228, que contenía $0,276\text{ kg}$ de R404A, con

182 kg de hielo contenido en 50 botellas de plástico de 1,5 l, 1 botella de plástico de 3 l y 13 botellas de plástico de 8 l para simular el contenido típico de un congelador. El congelador funcionó hasta que alcanzó y mantuvo una temperatura estable según lo registrado por su sensor de temperatura incorporado. La temperatura ambiente del aire, la temperatura de descarga de gas del compresor, la presión de succión, la presión de descarga, la temperatura del gas de succión justo antes del compresor y el consumo de corriente de la unidad también se midieron. Los resultados se registran en la Tabla 6 después de que el congelador hubo estado funcionando durante 29,7 horas.

Después, se reemplazó el R404A por un peso similar de Mezcla 7, y se registraron los resultados tras 29,8 horas de funcionamiento.

Tabla 6

		R404A	Mezcla 7
Temperatura ambiente	°C	14,2	14,0
Temperatura de succión de refrigerante	°C	16,8	17,0
Temperatura de descarga de refrigerante	°C	68,9	71,1
Temperatura del congelador (termostato de la unidad)	°C	-25,5	-28,0
Temperatura en la parte superior del congelador	°C	-22,0	-21,2
Presión de succión	kPa (bar g)	-2 (-0,02)	13 (0,13)
Presión de descarga	kPa (bar g)	118 (11,8)	141 (14,1)
Consumo de corriente	amp	2,39	2,66

Tiempo de ejecución	hora	29,7	29,8
---------------------	------	------	------

Los resultados muestran que la Mezcla 7 es capaz de mantener la temperatura del congelador en o por debajo de su calificación de diseño de -18 a -23 °C alcanzada con R404A. El hecho de que la Mezcla 7 mantenga una temperatura inferior a la de R404A indica que tiene una mejor capacidad de refrigeración que R404A y, por lo tanto, será aceptable para temperaturas ambiente elevadas.

Sorprendentemente, la temperatura de descarga de la Mezcla 7 fue solo 2,2 °C superior a la de R404A, en contraste con la diferencia mucho mayor predicha a partir del cálculo del modelo.

Aunque el consumo de corriente (una medida de la entrada de energía eléctrica) es aproximadamente un 11 % superior para la Mezcla 7, esto es aceptable.

El período de funcionamiento de 29,8 horas mostró que la Mezcla 7 había alcanzado un estado estable y no había indicios de mal funcionamiento que pudieran estar asociados con un problema de inundación del evaporador.

Ejemplo 4

Los rendimientos de las Mezclas 8 a 12, cuyas composiciones se muestran en la Tabla 7, se modelizaron para un sistema típico de refrigeración a baja temperatura usando un programa de ciclo de Rankine con datos termodinámicos generados mediante REFPROP v10 de NIST. El rendimiento de R404A

se incluye a modo comparativo. Los resultados de la Tabla 7 indican que estas nuevas mezclas son reemplazos aceptables para el acondicionamiento en el equipo de R404A.

5 Tabla 7

		Mezcla 8	Mezcla 9	Mezcla 10	Mezcla 11	Mezcla 12
Componente						
R125		0,11	0,13	0,12	0,14	0,14
R143a		0	0	0	0	0
R134a		0,03	0,03	0,05	0,03	0,05
dióxido de carbono		0,11	0,11	0,09	0,11	0,11
R1234yf		0	0	0,3	0	0,48
R227ea		0,07	,07	0,05	0,07	0,08
R1234ze		0,57	0,53	0,28	0,51	0
R32		0,11	0,13	0,11	0,14	0,14
PCG		701	777	690	816	872
Resultados						
Entrada						
Función refrigerante	kW	1	1	1	1	1
Condensador						
Punto medio	°C	35	35	35	35	35
Subenfriamiento	°C	-268,15 (5)	-268,15 (5)	-268,15 (5)	-268,15 (5)	- 268,15 (5)
Evaporador						
Punto medio	°C	-35	-35	-35	-35	-35

		Mezcla 8	Mezcla 9	Mezcla 10	Mezcla 11	Mezcla 12
Supercalentamiento	°C	5	5	5	5	5
Compresor						
Eficacia isentrópica						
		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Eficacia del motor eléctrico		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Eficacia volumétrica		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Salida						
Condensador						
Presión	kPa (bar	166 (16,6)	173 (166,7)	171 (171,7)	176 (176,7)	201 (201,7)
Punto de rocío	°C	47,9	47,4	45,3	47,1	44,5
Punto de burbujeo	°C	22,1	22,6	24,7	22,9	25,5
Punto medio						
	°C	35	35	35	35	35
Deslizamiento	°C	-247,45 (25,7)	-248,35 (24,8)	-252,65 (20,5)	-248,85 (24,3)	-254,15 (19,0)
Temperatura de salida	°C	17,1	17,6	19,7	17,9	20,5
Evaporador						

		Mezcla 8	Mezcla 9	Mezcla 10	Mezcla 11	Mezcla 12
Presión	kPa (bar	120 (1,20)	128 (1,20)	134 (1,20)	132 (1,20)	174 (1,74)
Temperatura de entrada	°C	-42,0	-42,1	-40,3	-42,1	-40,2
Punto de rocío	°C	-28,0	-27,9	-29,7	-27,9	-29,8
Punto medio	°C	-35	-35	-35	35	-35
Deslizamiento	°C	-259,22 (13,93)	-258,95 (14,20)	-262,52 (10,63)	-258,89 (14,26)	- 262,67 (10,48)
Temperatura de salida	°C	23,0	22,9	24,7	22,9	24,8
Compresor						
Temperatura de entrada en la carcasa	°C	-23,0	-22,9	-24,7	-22,9	-24,8
Temperatura de entrada en el compresor	°C	-9,3	-9,0	-12,0	-8,9	-12,1
Temperatura de descarga	°C	116,2	117,8	106,2	118,5	107,5
Proporción de compresión		13,8	13,4	12,7	13,3	11,6
Entrada de energía eléctrica total	kW	0,70	0,71	0,71	0,71	0,73
Volumen de barrido	m³/h	4,49	4,26	4,27	4,16	

		Mezcla 8	Mezcla 9	Mezcla 10	Mezcla 11	Mezcla 12
Sistema						
Volumen específico de succión	kJ/m³	721	760	759	779	927
Refrigeración del COP		1,42	1,42	1,40	1,41	1,37
Caudal másico	kg/s	0,00626	0,00623	0,00687	0,00622	0,00701

63
REIVINDICACIONES

1. Una composición refrigerante que consiste esencialmente en:

dióxido de carbono 1-35 %

un HFO seleccionado del grupo que consiste

en:

R1234yf y R1234ez(E), y mezcla de los mismos, 30-92 %

R32 1-30 %

R125 1-30 %

R227ea 1-15 %

R134a 0-15 %

5 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

2. Una composición refrigerante de acuerdo con la reivindicación 1 que consiste esencialmente en:

dióxido de carbono 5-20 %

un HFO seleccionado del grupo que consiste

en:

R1234yf y R1234ez(E), y mezcla de los mismos, 30-92 %

R32 5-30 %

R125 5-30 %

R227ea 1-15 %

R134a 0-15 %

10 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

3. Una composición refrigerante, de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste esencialmente en:

R125 6-23 %

dióxido de carbono 6-20 %

R1234ze 55-68 %

R227ea 2-15 %

R32 6-20 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

4. Una composición refrigerante, de acuerdo con la
5 reivindicación 3, que consiste esencialmente en:

R125 6-20 %

dióxido de carbono 6-18 %

R1234ze 55-67 %

R227ea 3-15 %

R32 7-20 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

5. Una composición refrigerante, de acuerdo con la
10 reivindicación 4, que consiste esencialmente en:

R125 9,5 %

dióxido de 8 %

carbono

R1234ze 65 %

R227ea 8 %

R32 9,5 %

en donde los porcentajes son en masa.

6. Una composición refrigerante, de acuerdo con la
reivindicación 1, que consiste esencialmente en una de las
15 siguientes composiciones:

(a)

R125	9,5 %
dióxido de carbono	9 %
R1234ze	57 %
R227ea	15 %
R32	9,5 %

en donde los porcentajes son en masa, (b)

(b)

R125	9,5 %
dióxido de carbono	9 %
R1234ze	58 %
R227ea	14 %
R32	9,5 %
R227ea	14 %
R32	9,5 %

en donde los porcentajes son en masa.

(c)

R125	19 %
dióxido de carbono	16 %
R1234ze	41 %
R227ea	5 %
R32	19 %

en donde los porcentajes son en masa.

5 7. Una composición refrigerante, de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste esencialmente en:

R125	12-23 %
dióxido de carbono	8-20 %
R1234ze	35-55 %
R227ea	3-10 %
R32	12-23 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre

los intervalos citados hasta un total del 100 %.

8. Una composición refrigerante, de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste esencialmente en una de las

5 siguientes composiciones:

(a)

R125 9,5 %

dióxido de carbono 9 %

R1234ze 58 %

R227ea 7 %

R32 9,5 %

R134a 7 %

en donde los porcentajes son en masa.

(b)

R125 11 %

dióxido de carbono 11 %

R1234ze 57 %

R227ea 7 %

R32 11 %

R134a 3 %

en donde los porcentajes son en masa.

(c)

R125 18 %

dióxido de carbono 11 %

R1234ze 44 %

R227ea 6 %

R32 17 %

R134a 4 %

en donde los porcentajes son en masa.

(d)

R125 11 %

dióxido de carbono	11 %
R1234ze	55 %
R227ea	7 %
R32	11 %
R134a	5 %

en donde los porcentajes son en masa.

(e)

R125	13 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	53 %
R227ea	7 %
R32	13 %
R134a	3 %

en donde los porcentajes son en masa.

(f)

R125	13 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	55 %
R227ea	7 %
R32	13 %
R134a	1 %

en donde los porcentajes son en masa.

(g)

R125	14 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	51 %
R227ea	7 %
R32	14 %
R134a	3 %

en donde los porcentajes son en masa.

(h)

R125	14 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	55 %
R227ea	7 %
R32	13 %

en donde los porcentajes son en masa.

(i)

R125	10,5 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	57 %
R227ea	7 %
R32	10,5 %
R134a	4 %

en donde los porcentajes son en masa,

(j)

R125	10,5 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	58 %
R227ea	7 %
R32	10,5 %
R134a	3 %

en donde los porcentajes son en masa.

(k)

R125	11,5 %
dióxido de carbono	10 %
R1234ze	57 %
R227ea	7 %
R32	11,5 %
R134a	3 %

en donde los porcentajes son en masa.

(l)

11,5 %

R125	
dióxido de carbono	10 %
R1234ze	56 %
R227ea	8 %
R32	11,5 %
R134a	3 %

en donde los porcentajes son en masa.

9. Una composición refrigerante, de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste esencialmente en una de las

5 siguientes composiciones:

(a)

R125	19 %
dióxido de carbono	10 %
R1234ze	44 %
R227ea	3 %
R32	17 %
R134a	7 %

en donde los porcentajes son en masa.

(b)

R125	18 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	44 %
R227ea	7 %
R32	17 %
R134a	3 %

en donde los porcentajes son en masa.

(c)

R125	18 %
dióxido de carbono	11 %
R1234ze	44 %

R227ea	6 %
R32	17 %
R134a	4 %

10. Una composición refrigerante, de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste esencialmente en una de las siguientes composiciones:

(a)

R125	1-30 %
dióxido de carbono	1-30 %
R1234yf	35-70 %
R227ea	1-10 %
R32	1-30 %

5 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

(b)

R125	5-30 %
dióxido de carbono	5-20 %
R1234yf	35-70 %
R227ea	4-10 %
R32	5-30 %

11. Una composición refrigerante, de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste esencialmente en:

R125	7-25 %
dióxido de carbono	7-20 %
R1234yf	58-69 %
R227ea	5-10 %
R32	7-25 %

10 en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre

los intervalos citados hasta un total del 100 %.

12. Una composición refrigerante, de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste esencialmente en:

R125	9,5 %
dióxido de carbono	8 %
R1234yf	65 %
R227ea	8 %
R32	9,5 %

5 en donde los porcentajes son en masa.

13. Una composición refrigerante, de acuerdo con la reivindicación 12, que consiste esencialmente en:

R125	19 %
dióxido de carbono	16 %
R1234yf	41 %
R227ea	5 %
R32	19 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre

10 los intervalos citados hasta un total del 100 %.

14. Una composición refrigerante, de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste esencialmente en:

R125	19 %
dióxido de carbono	16 %
R1234ze	20 %
R1234yf	21 %
R227ea	5 %
R32	19 %

en donde los porcentajes son en masa.

15. Una composición refrigerante de acuerdo con la reivindicación 1 que consiste esencialmente en:

dióxido de carbono	1-35 %
un HFO seleccionado del grupo que consiste en	30-95 %
R1234yf, R1234ze(E) y mezclas de los mismos,	
R32	1-30 %
R125	1-30 %
R134a	1-30 %
R227ea	1-15 %

en donde los porcentajes son en masa y se seleccionan entre los intervalos citados hasta un total del 100 %.

MEZCLAS REFRIGERANTES DE BAJO PCG

- 5 Composiciones refrigerantes que no agotan la capa de ozono y que no son inflamables con PCG inferiores a 1.050, que pueden reemplazar a HFC404A, HFC507 y HFC410A en los sistemas de refrigeración y de aire acondicionado.