

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Refrigerantes

Definición:

Es cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Con respecto al ciclo compresión-vapor, el refrigerante es el fluido que alternativamente se vaporiza y se condensa absorbiendo y cediendo calor, respectivamente. Para que un refrigerante sea apropiado y se le pueda usar en el ciclo antes mencionado, debe poseer ciertas propiedades físicas, químicas y termodinámicas que lo hagan seguro durante su uso.

No existe un refrigerante "ideal" ni que pueda ser universalmente adaptable a todas las aplicaciones. Entonces, un refrigerante se aproximará al "ideal", solo cuando sus propiedades satisfagan las condiciones y necesidades de la aplicación para la que va a ser utilizado.

Propiedades:

Para ser seleccionado como refrigerante, se busca que los fluidos cumplan con la mayoría de las siguientes características:

- Baja temperatura de ebullición: Un punto de ebullición por debajo de la temperatura ambiente, a presión atmosférica. (evaporador)
- Fácilmente manejable en estado líquido: El punto de ebullición debe ser controlable con facilidad de modo que su capacidad de absorber calor sea controlable también.
- Alto calor latente de vaporización: Cuanto mayor sea el calor latente de vaporización, mayor será el calor absorbido por libra de refrigerante en circulación.
- No inflamable, no explosivo, no tóxico.
- Químicamente estable: A fin de tolerar años de repetidos cambios de estado.
- No corrosivo: Para asegurar que en la construcción del sistema puedan usarse materiales comunes y la larga vida de todos los componentes.
- Moderadas presiones de trabajo: las elevadas presiones de condensación requieren un equipo extra pesado. La operación en vacío profundo aumenta la posibilidad de penetración de aire en el sistema.
- Fácil detección y localización de pérdidas: Las pérdidas producen la disminución del refrigerante y la contaminación del sistema.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

- Inofensivo para los aceites lubricantes: La acción del refrigerante en los aceites lubricantes no debe alterar la acción de lubricación.
- Bajo punto de congelación: La temperatura de congelación tiene que estar muy por debajo de cualquier temperatura a la cuál pueda operar el evaporador.
- Alta temperatura crítica: Un vapor que no se condense a temperatura mayor que su valor crítico, sin importar cuál elevada sea la presión.
- Moderado volumen específico de vapor: Para reducir al mínimo el tamaño del compresor.
- Bajo costo: A fin de mantener el precio del equipo dentro de lo razonable y asegurar el servicio adecuado cuando sea necesario.

Todos los refrigerantes se identifican mediante un número reglamentario.

Eficiencia

Las propiedades más importantes del refrigerante que influyen en su capacidad y eficiencia son:

- El calor latente de evaporación
- La relación de compresión
- El calor específico del refrigerante tanto en estado líquido como de vapor

Cuando se tiene un valor alto del calor latente y un volumen específico bajo en la condición de vapor, se tendrá un gran aumento en la capacidad y eficiencia del compresor, lo que disminuye el consumo de potencia. Y permite el uso de un equipo pequeño y compacto.

Efectos de la humedad:

Al combinarse la humedad con los refrigerantes a diferentes grados, da lugar a la formación de compuestos altamente corrosivos (ácidos) los cuáles podrán reaccionar con el aceite lubricante y con algunos otros materiales del sistema, incluyendo a los metales, lo que provoca daños en las válvulas, sellos, soportes, paredes de cilindros y de otras superficies pulidas. Esto causa deterioro en el aceite lubricante y forma sedimentos, lo cuál tiende a obstruir las válvulas y los conductos de aceite, reduce la velocidad del equipo y contribuye a la falla de las válvulas del compresor y en los compresores herméticos con frecuencia causa la rotura del aislamientos del devanado del motor .

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Relaciones refrigerante-aceite:

Cuando hay contaminantes en el sistema tales como aire y humedad, en una cantidad apreciable, se desarrollan reacciones químicas y tanto el refrigerante como el aceite pueden entrar en descomposición, formándose ácidos corrosivos y sedimentos en superficies de cobre y/o corrosión ligera en superficies metálicas pulidas. Las temperaturas altas en las descargas, por lo general aceleran estos procesos.

Las desventajas antes nombradas se podrán reducir al mínimo mediante el uso de aceites lubricantes de alta calidad que tengan puntos muy bajos de "fluidez o congelación" y/o de "precipitación", manteniendo al sistema relativamente libre de contaminaciones, tales como aire y humedad y diseñando al sistema de tal forma que las temperaturas en las descargas sean moderadas.

Detección de fugas:

Las fugas en un sistema de refrigeración pueden ser hacia adentro o hacia fuera, dependiendo de si la presión del sistema en el punto de fuga sea mayor o menor a la presión atmosférica. Si es mayor, el refrigerante se fugará del sistema al exterior, si es menor que la atmosférica, no se fugará refrigerante al exterior, sino que el aire y la humedad serán arrastrados hacia dentro del sistema. Las fugas hacia fuera son menos serias que las que van hacia adentro. Se requiere que la fuga sea localizada y reparada y que el sistema sea recargado con la cantidad adecuada de refrigerante.

Cuando la fuga es hacia adentro, el aire y la humedad arrastrados **aumentan la presión y la temperatura de la descarga** y aceleran el proceso de corrosión. La humedad en el sistema puede también causar congelamiento en la válvula de control del refrigerante.

Un método de detección de fugas universalmente usado con todos los refrigerantes es una solución de agua y jabón relativamente libre de burbujas. La solución de jabón es primero aplicada en la punta del tubo o en algún área sospechosa, después es examinada con la ayuda de una luz. La formación de burbujas en la solución de jabón indica la presencia de una fuga. Para que resulte adecuada la prueba con la solución de jabón, la presión del sistema deberá ser de 50 libras por pulg² o mayor.



Los detectores electrónicos de fugas son muy eficientes pero, cuando se usan en lugares cerrados, tienden a leer las partículas que están en el aire como si fuera una fuga. Es bueno ventilar el área primero.

Baterías	(4) AA alkaline
Duración:	25 Horas/trabajo
Medidas:	8-1/2"L x 3-1/4"W x 2"D
Punta de prueba:	16 in.
Peso	1.14 lbs.

Detector Electrónico



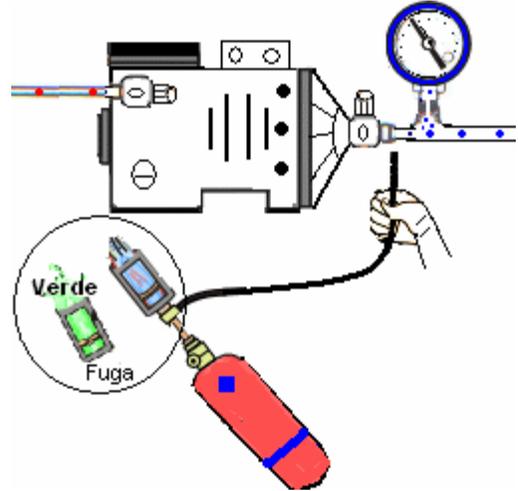
Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Detección de fugas con antorcha:

Consiste en un elemento de cobre el cuál es calentado por una flama. Tiene una manga la cuál está fijada a la antorcha por un lado y el extremo libre de la manguera es pasado a través de las áreas sospechosas.

La presencia de un vapor halo carburo es detectada cuando la flama cambia su color normal a un verde brillante.

La antorcha debe manejarse solo en espacios bien ventilados.



Inflamabilidad y Explosividad:

Casi todos los refrigerantes de uso común no son inflamables ni explosivos. Una notable excepción es el **amoníaco**. El amoníaco es ligeramente inflamable y explosivo cuando se mezcla en determinadas proporciones con el aire.

La serie de hidrocarburos son altamente inflamables y explosivos y deben usarse como refrigerantes tan solo para algunas aplicaciones especiales.

Debido a sus excelentes propiedades la serie de hidrocarburos frecuentemente se usa para aplicaciones de temperaturas muy bajas.

Toxicidad:

Debido a que todos los fluidos no son otra cosa que aire tóxico, en el sentido que pueden causar sofocación cuando se tienen en concentraciones suficientemente altas que evitan tener el oxígeno necesario para sustentar la vida.

La toxicidad es un término relativo el cuál tiene significado sólo cuando se especifica el grado de concentración y tiempo de exposición requeridos para producir efectos nocivos.

De acuerdo a su toxicidad el American Standard Safety Code for Mechanical Refrigeration (código Americano Estándar de Seguridad para la Refrigeración Mecánica) y la norma ASHRAE 12-58 agrupan los refrigerantes en tres clases.

Puesto que muchos de ellos ya no se utilizan, solo describiremos los de uso más corriente.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Refrigerantes del grupo 1:

Son los de toxicidad e inflamabilidad menores. Estos son los refrigerantes 11, 113 y 114 que se emplean en compresores centrífugos. Los refrigerantes 12, 22, 500 y 502 se usan normalmente en compresores alternativos y en los centrífugos de elevada capacidad.

Refrigerantes del grupo 2:

Son tóxicos o inflamables, o ambas cosas. El grupo incluye el Amoníaco, Cloruro de etilo, Cloruro de metilo y Dióxido de azufre, pero solo el Amoníaco (R-717) se utiliza todavía.

Refrigerantes del grupo 3:

Estos refrigerantes son muy inflamables y explosivos. A causa de su bajo costo se utilizan mucho en las plantas petroquímicas y en las refinerías de petróleo. El grupo incluye el Butano, Propano, Izo butano, Etano, Etileno, Propileno y Metano.

Estos refrigerantes deben trabajar a presiones mayores que la atmosférica para evitar que aumente el peligro de explosión.

Medio ambiente

Una de las propiedades más importantes es que no debe contaminar el medio ambiente. Los estudios demostraron que los químicamente inalterables CFC son poco estables hacia la radiación UV-C, se produce una reacción fotoquímica que da lugar a la liberación de átomos de cloro, los cuáles son muy reactivos y colisionan con los átomos de ozono produciendo monóxido de cloro y oxígeno molecular. El monóxido de cloro puede reaccionar con los átomos de oxígeno y se regenera el cloro atómico. Los átomos de cloro liberados cierran el llamado "ciclo cloro catalítico del ozono". Se estima que un solo átomo liberado de un CFC puede dar origen a una reacción en cadena que destruya 100000 moléculas de ozono. Este ciclo puede ser bloqueado por dióxido de nitrógeno, que puede secuestrar monóxido de cloro mediante una reacción química en la que se forma nitrato de cloro, esta reacción es conocida como "reacción de interferencia", porque bloquea la degradación del ozono producida por derivados del CFC.

Los HCFC continúan destruyendo la capa de ozono, aunque algo menos que los CFC, y tanto los HCFC como los HFC son gases de invernadero potente. Debido a que los HCFC destruyen el ozono, solo son considerados "compuestos de transición" lo que significa que tendrán que ser reemplazados a su vez por compuestos mas aceptables desde el punto de vista ambiental.

Lo mismo puede decirse con respecto a los HFC, que por su elevado potencial de calentamiento global han sido incluidos en el protocolo de Kyoto. El absurdo paso intermedio entre los HCFC o HFC doblará los costos de los nuevos equipos, de los cambios en las líneas de producción y del entrenamiento del personal.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Diferentes tipos de refrigerantes (características)

Amoníaco (Color aluminio)



Aunque el amoníaco es tóxico, algo inflamable y explosivo bajo ciertas condiciones, sus excelentes propiedades térmicas lo hacen ser un refrigerante ideal para fábricas de hielo, para grandes almacenes de enfriamiento, etc., donde se cuenta con los servicios de personal experimentado y donde su naturaleza tóxica es de poca consecuencia. El amoníaco es el refrigerante que tiene el más alto efecto refrigerante por unidad de peso. El punto de ebullición del amoníaco bajo la presión atmosférica estándar es de 28°F (-2,22°C). En la presencia de humedad el amoníaco se vuelve corrosivo para los materiales no ferrosos. El amoníaco no es miscible con el aceite y por lo mismo no se diluye con el aceite del compresor. Deberá usarse un separador de aceite en el tubo de descarga de los sistemas de amoníaco. El amoníaco es fácil de conseguir y es el más barato de los refrigerantes. Su estabilidad química, afinidad por el agua y no-miscibilidad con el aceite hacen al amoníaco un refrigerante ideal para ser usado en sistemas muy grandes donde la toxicidad no es un factor importante. (Tanque color aluminio)

Refrigerante 22 (Color verde)



Conocido con el nombre de Freón 22, se emplea en sistemas de aire acondicionado domésticos y en sistemas de refrigeración comerciales e industriales incluyendo: cámaras de conservación e instalaciones para el procesamiento de alimentos: refrigeración y aire acondicionado a bordo de diferentes transportes. Se puede utilizar en compresores de pistón, centrífugo y de tornillo. El refrigerante 22 (CHClF) tiene un punto de ebullición a la presión atmosférica de (-41,4 °F). La temperatura en la descarga con el R 22 es alta, la temperatura sobrecalentada en la succión debe conservarse en su valor mínimo, sobre todo cuando se usan unidades herméticas motor-compresor. Los condensadores enfriados por aire que usan R 22, deben ser de tamaño generoso. Aunque el refrigerante 22 es miscible con aceite en la sección de condensación a menudo suele separarse del aceite en el evaporador. No se han tenido dificultades en el retorno de aceite después del evaporador cuando se tiene el diseño adecuado del evaporador y de la tubería de succión.

Refrigerante 123 (Color gris claro)

Es un sustituto viable para el **freón 11**(Color naranja) Las propiedades termodinámicas y físicas del refrigerante 123 en conjunto con sus características de no-inflamabilidad lo convierte en un reemplazo eficiente del Freón 11 para chillers centrífugos. El refrigerante 123 fue diseñado para trabajar en equipos nuevos y existentes. Los equipos nuevos que han sido diseñados para trabajar con el refrigerante 123 tienen menor costo de operación, comparados con los equipos existentes. Debido a que tiene un olor tan leve que no se puede detectar por medio del olfato, es necesaria una verificación frecuente de fugas y la instalación de detectores de fugas en áreas cerradas. Su composición es de 100% HFC-123.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Refrigerante 134-a (Color azul claro)

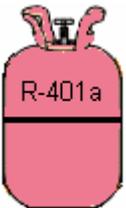


El refrigerante R-134a sustituye al R-12. Sus aplicaciones incluyen el reemplazo y uso en instalaciones nuevas de acondicionamiento de aire en automóviles así como en equipos de refrigeración comercial estacionario de alta temperatura y en enfriadores. El refrigerante R-134A también se ha vuelto de uso normal en muchos equipos nuevos. Este refrigerante (HFC-134^a) no contiene cloro y puede ser usado en muchas aplicaciones que actualmente usan CFC-12. Sin embargo en algunas ocasiones se requieren cambios en el diseño del equipo para optimizar el desempeño del R134^a. Las propiedades termodinámicas y físicas del R 134^a y su baja toxicidad lo convierten en un reemplazo seguro y muy eficiente del CFC-12, No debe ser mezclado con aire para pruebas de fuga. Su composición es de 100% HFC-134^a. Requiere lubricante polyolester. (Tanque azul claro)

Refrigerante R 407C (Color chocolate) Reemplaza el R-22 (Verde)

El refrigerante R 407C es un HFC que reemplaza al R-22 en equipos tales como acondicionadores de aire residenciales y comerciales, nuevos o existentes. El refrigerante R 407C ofrece un desempeño similar al del R-22 y puede usarse como reemplazo en equipos de aire acondicionado con R-22 existentes. Las presiones manométricas son similares. Lubricante polyolester. Compuesto (HFC -125, HFC -134^a Y HFC -32).

Refrigerante 401^a (Color coral)



Comercializado con el nombre de Suva MP39. Algunas aplicaciones de este refrigerante son refrigeradores domésticos, congeladores, equipos de refrigeración para alimentos de media temperatura de humidificadores, máquinas de hielo y máquinas expendedoras de bebidas. Tiene capacidades y eficiencia comparables a las del Freón 12, en sistemas que operan con una temperatura de evaporación de -23°C (-10°F) y superiores. Su composición es de 60% HCFC-22, 13% HCF-152^a y 27% HCFC-124. Color coral.

Refrigerante R-410A reemplaza a R-22

El refrigerante R- 410A, es un HFC que reemplaza al R-22 en equipos de aire acondicionado, residenciales. El refrigerante R- 410A ofrece un desempeño mejor que el del R-22. Es un refrigerante con mayor presión que el R-22 y debe usarse únicamente en equipos específicamente diseñados para R-410A. Se recomienda removerlo del tanque en estado líquido. Esta en los 13.5 EER. Requiere manómetros diseñados para sus altas presiones, un 60% más altas que el R-22. Lubricante polyolester. Color rosa.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Refrigerante 401-b (Color amarillo mostaza)

Provee capacidades comparables al CFC-12 en sistemas que operan a temperatura de evaporación debajo de los -23°C (-10°F), haciéndolo adecuado para el uso en equipos de transporte refrigerado y en congeladores domésticos y comerciales. También puede ser utilizado para reemplazo en equipos que usan R-500. Su composición es de 60% HCFC-22, 13% HFC-152^a y 27% HCFC-124.

Refrigerante 402^a (Color marrón claro)

Reemplaza al R-502 en sistemas de media y baja temperatura. Tiene aplicaciones muy variadas en la industria de la refrigeración. Es usado ampliamente en aplicaciones de supermercados, almacenamiento y transporte de alimentos en sistemas de cascada de temperatura. Ofrece buena capacidad y eficiencia. Su composición es de 60% HCFC-22, 38.5% HFC-125 y 2% de propano.

Refrigerante 402b (Color verde marrón)

Suva HP81, todos los refrigerantes designados HP fueron diseñados para reemplazar al R-502 en sistemas de refrigeración de temperatura media y baja. Está diseñado para el re acondicionamiento de equipos como máquinas de hielo. Además ofrece una alta eficiencia comparado con el R-502. Su composición es de 60% HCFC-22, 38% HFC-125 y 2% de propano.

Hidrocarburos directos

Los hidrocarburos directos son un grupo de fluidos compuestos en varias proporciones de los dos elementos hidrógeno y carbono. Algunos son el **Metano, etano, butano, etileno e izo butano**. Todos son extremadamente inflamables y explosivos. Aunque ninguno de estos compuestos absorbe humedad en forma considerable, todos son extremadamente miscibles en aceite para todas las condiciones. Su uso ordinariamente está limitado a aplicaciones especiales donde se requieren los servicios de personal especializado.

Diclorodifluorometano R-12 (Color blanco)



No es tóxico, inflamable ni corrosivo. Tiene un bajo calor latente de condensación por eso su aplicación en equipos domésticos, refrigeración automotriz y acondicionamiento de aire, permite el uso de compresores fraccionarios (menos de 1HP). No mezcla con el agua, por esta razón se le instalan secadores a los sistemas. Los escapes se pueden detectar con "Halide Torch", agua de jabón y detector electrónico. Hierve a (-21.68°F) El calor del cilindro es blanco Su fórmula química es CCL_2F_2 . Es dañino a la capa de Ozono.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Refrigerante R-409^a Color naranja (60% R-22, 15% R-142b, 25% R-124)

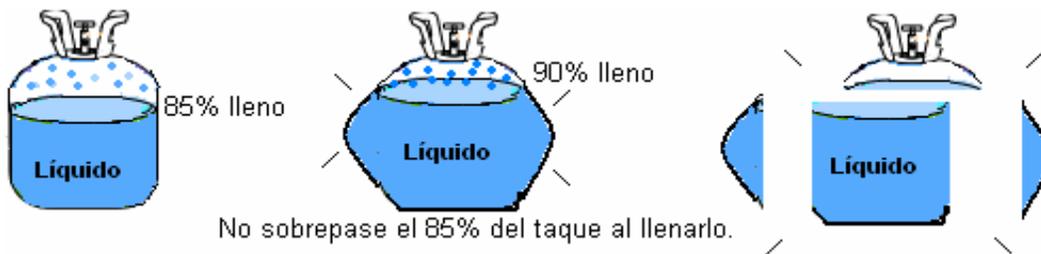
Refrigerante R 409A, Este refrigerante con base HCFC es un refrigerante sustituto para reemplazar el R-12 en equipos estacionarios de desplazamiento positivo para acondicionamiento de aire y refrigeración como cuartos fríos y dispensadores de bebidas. Lubricante polyolester or mineral oil.

Algunos datos técnicos sobre refrigerantes

Número	Nombre químico	Fórmula	Id EPA	Aceite	Color	Hierve*F
R-11	Trichlorofluoromethane	CCl ₃ F	CFC	MO	Anaranjado	74.9
R-12	Dichlorodifluoromethane	CCl ₂ F ₂	CFC	MO	Blanco	-21.6
R-13	Chlorotrifluoromethane	CClF ₃	CFC	MO	Azul claro	-114.6
R-113	Trichlorotrifluoroethane	C ₂ Cl ₃ F ₃	CFC	MO	Purpura	117.6
R-114	Dichlorotetrafluoroethane	C ₂ Cl ₂ F ₄	CFC	MO	Azul oscuro	38.8
R-22	Chlorodifluoromethane	CHClF ₂	HCFC	MO	Verde claro	-41.4
R-123	Dichlorotrifluoroethane	CHCl ₂ CF ₃	HCFC	MO/AB	Bl. Gris	82.2
R-124	Chlorotetrafluoroethane	CHClF ₂ CF ₃	HCFC	MO/AB	Verde oscuro	10.3
R-141b	Dichlorofluoroethane	CCl ₂ FCH ₃	HCFC	MO/AB	Color arena	89.7
R-142b	Difluorochloroethane	CH ₃ CClF ₂	HCFC	MO/AB	Gris pizarra	14.4
R-23	Trifluoromethane	CHF ₃	HFC	POE	Med. Gris	-115.7
R-125	Pentafluoroethane	CHF ₂ CF ₃	HFC	POE	Marrón claro	-55.8
R-134a	Tetrafluoroethane	CF ₃ CH ₂ F	HFC	POE	Azul claro	-15.1
R-152a	Difluoroethane	CH ₃ CHF ₂	HFC	POE	Rojo	-11.3

Lubricante: (POE) polyolester (MO) Mineral oil (AB) Alkylbenzene

Número	Nombre químico	Aceite	Fórmula	Color	Hierve °F
R-500	Mezcla Azeotropica R-152a (26.2%) + R-12 (73.8%)	MO	CCL ₂ F ₂ /CH ₃ CHF ₂	Amarillo	-28 °F
R-502	Mezcla Azeotropica R-22 (48.8%) + R-115 (51.2%)	MO	CHClF ₂ /CCL ₂ F ₂ CF ₃	Violeta	-50 °F
R-717	Amoniaco	MO	NH ₃	Aluminio	-28 °F



El refrigerante esta parcialmente en forma de líquido dentro del tanque, el líquido tomará calor de las paredes del cilindro para hervir y cambiar a vapor, esto ocurre constantemente y se incrementa con los cambios en la temperatura. Se requiere un espacio libre para que el vapor pueda expandirse dentro del cilindro, de lo contrario **explotará**. Mantenga los refrigerantes en un lugar fresco.

Esta prohibido llenar nuevamente los cilindros desechables, es muy peligroso.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Otras características.

R-22 Verde 

R-12 Blanco 

R- 134^a Azul claro 

Refrigerantes puros:

Tienen un solo tipo de molécula y no cambian su composición cuando hierven o se condensan.

R-500 Amarillo 

R-502 Violeta 

R-507^a Azul verdoso 

Azeotropic:

Es una mezcla de dos refrigerantes puros, que forman un tercer refrigerante único con sus propias características individuales.

R-401^a Rojo coral 

R-402^a Marrón pálido 

R-409^a Naranja 

Zeotropic:

Es la mezcla de dos o tres refrigerantes diferentes que no forman necesariamente un azeotropic. Estos refrigerantes nuevos, no interfieren con el ozono.

La letra R puesta al frente del número significa refrigerante. Cuando un fabricante introduce un nuevo refrigerante dentro de una serie, recibe el próximo número dentro de esa serie.

R-717 NH3 Plateado 

R-401^a Coral 

R-502 Púrpura claro 

Serie	mezcla
R-400	Zeotropic
R-500	Azeotropic
R-700	Inorganic

Si los componentes son los mismos, pero el peso por porcentaje es diferente, una letra del alfabeto es añadida al final del número. El uso de la letra R y los números le quitan la exclusividad de marca a los refrigerantes.

Estos refrigerantes son usados en sistemas centrífugos. (Página 134)



R-11 Naranja



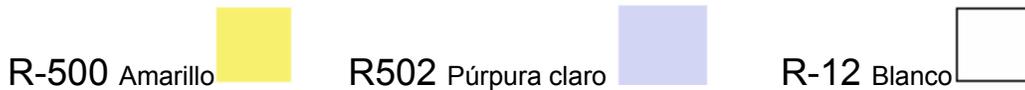
R-113 Violeta



R-123 Gris

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Clorofluorocarbons (CFCs)



Contienen moléculas de cloro, floro y carbón, al paso de los años se descubrió que las moléculas de cloro destruyen el ozono y las naciones industriales acordaron dejar de fabricar los CFCs a partir del primero de enero de 1996.

Hidroclorofluorocarbons (HCFCs)



Son más estables que los CFCs y causan menos daños a la atmósfera. A pesar de eso esta dispuesto que a partir de enero primero del 2010 no serán usados más para equipos nuevos.

La producción de estos refrigerantes será sólo para mantenimiento de equipos existentes.

Hydrofluorocarbons (HFCs)



No contienen cloro y son considerados seguros para la atmósfera. Pero recuerde que la EPA requiere la recuperación de todos los refrigerantes incluyendo estos. Acta de Aire Limpio, Sección 608 y Sección 609.

Aplicaciones de algunos refrigerantes de uso común.

Aplicación	Temperatura °F	Refrigerante	Reemplazo
Alta temperatura	80° hasta 45°	R-22	R 407C
Temperatura media	45° hasta 32°	R-12	R-134 ^a R-401a
Temperatura baja	32° hasta -250°	R-502	R-507 R-404a
Temp. super baja	-250° hasta -460°	R-13 R-503	R-403
"Chillers" baja presión	45° hasta 55°	R-11 (Vacío)	R-123

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Revise estos otros refrigerantes

Nombre	Contenido	Fórmula Química	Color de Cilindro	Punto de Ebullición
R-40	Clorometilo	CH ₃ CL	Naranja	-10.8 F
R-704	Bioxido Sulfurico	SO ₂	Negro	-14 F

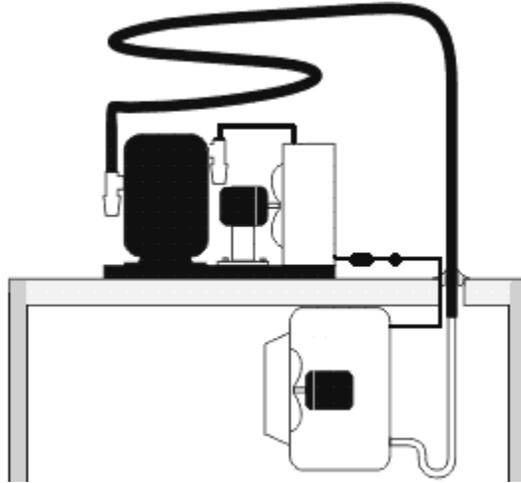


Tabla de presión temperatura.

°F	R-401A	R-401B	R-402A	R-402B	R-407C	R408A	R-409A	°C
-50	18.4"	17.2"	1.0	1.1"	11.2"	2.5"	18.6"	-46
-48	17.6"	16.4"	1.8	0.3	10.0"	1.0"	17.9"	-44
-46	16.9"	15.5"	2.7	1.1	8.9"	0.3	17.1"	-43
-44	16.1"	14.7"	3.7	1.9	7.6"	1.1	16.4"	-42
-42	15.2"	13.8"	4.6	2.8	6.3"	1.9	15.6"	-41
-40	14.3"	12.8"	5.6	3.7	4.9"	2.8	14.7"	-40
-38	13.4"	11.8"	6.7	4.7	3.5"	3.7	13.8"	-39
-36	12.4"	10.7"	7.8	5.7	2.0"	4.6	12.9"	-38
-34	11.4"	9.6"	8.9	6.7	0.4"	5.6	11.9"	-37
-32	10.3"	8.5"	10.0	7.8	0.6	6.6	10.9"	-36
-30	9.2"	7.3"	11.3	8.9	1.4	7.6	9.9"	-34
-28	8.1"	6.0"	12.5	10.1	2.3	8.7	8.8"	-33
-26	6.9"	4.7"	13.8	11.3	3.2	9.8	7.6"	-32
-24	5.6"	3.3"	15.2	12.5	4.2	11.0	6.4"	-31
-22	4.3"	1.9"	16.6	13.8	5.2	12.2	5.2"	-30
-20	2.9"	0.4"	18.0	15.2	6.2	13.4	3.8"	-29
-18	1.5"	0.6	19.5	16.6	7.3	14.7	2.5"	-28
-16	0.0	1.3	21.1	18.0	8.4	16.1	1.1"	-27
-14	0.8	2.2	22.7	19.5	9.5	17.5	0.2	-26
-12	1.6	3.0	24.4	21.0	10.7	18.9	0.9	-24
-10	2.4	3.9	26.1	22.6	12.0	20.4	1.7	-23
-8	3.2	4.8	27.9	24.3	13.3	22.0	2.5	-22
-6	4.1	5.8	29.7	26.0	14.6	23.6	3.4	-21
-4	5.0	6.8	31.6	27.7	16.0	25.2	4.3	-20
-2	6.0	7.8	33.5	29.5	17.4	26.9	5.2	-19

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

°F	R-401A	R-401B	R-402A	R-402B	R-407C	R408A	R-409A	°C
0	7.0	8.9	35.6	31.4	18.9	28.7	6.1	-18
2	8.0	10.0	37.6	33.3	20.5	30.5	7.1	-17
4	9.1	11.1	39.8	35.3	22.1	32.3	8.1	-16
6	10.2	12.3	42.0	37.4	23.7	34.3	9.2	-14
8	11.3	13.5	44.3	39.5	25.4	36.3	10.3	-13
10	12.5	14.8	46.6	41.7	27.2	38.3	11.4	-12
12	13.7	16.1	49.0	43.9	29.0	40.4	12.6	-11
14	15.0	17.4	51.5	46.2	30.9	42.6	13.8	-10
16	16.3	18.8	54.0	48.6	32.9	44.9	15.0	-9
18	17.6	20.3	56.7	51.1	34.9	47.2	16.3	-8
20	19.0	21.8	59.4	53.6	37.0	49.5	17.6	-7
22	20.5	23.3	62.2	56.2	39.1	52.0	19.0	-6
24	22.0	24.9	65.0	58.8	41.3	54.5	20.5	-4
26	23.5	26.5	68.0	61.6	43.6	57.1	21.9	-3
28	25.1	28.2	71.0	64.4	46.0	59.8	23.4	-2
30	26.7	30.0	74.1	67.3	48.4	62.5	25.0	-1
32	28.4	31.8	77.3	70.3	50.9	65.3	26.6	0
34	30.1	33.5	80.5	73.3	53.5	68.2	28.3	1
36	31.9	35.5	83.9	76.4	56.2	71.2	30.0	2
38	33.7	37.5	87.3	79.7	58.9	74.2	31.8	3
40	35.6	39.5	90.9	83.0	61.7	77.4	33.6	4
42	37.6	41.6	94.5	86.4	64.6	80.6	35.5	6
44	39.6	43.7	98.2	89.8	67.6	83.9	37.5	7
46	41.7	45.9	102.0	93.4	70.7	87.3	39.5	8
48	43.8	48.2	106.0	97.1	73.8	90.7	41.5	9

°F	R-401A	R-401B	R-402A	R-402B	R-407C	R408A	R-409A	°C
50	58	62	114	106	96	96	61	10
55	64	69	125	116	106	105	67	13
60	71	76	136	126	116	115	74	16
65	78	84	148	138	127	126	82	18
70	86	92	161	150	139	137	90	21
75	94	101	174	162	151	149	98	24
80	103	110	188	175	163	161	107	27
85	112	119	203	189	177	174	116	29
90	122	130	218	204	191	188	126	32
95	132	140	235	220	206	203	137	35
100	143	152	252	236	222	219	148	38
105	154	164	270	253	239	235	159	41
110	166	176	289	271	257	252	172	43
115	179	190	309	290	275	270	184	46
120	192	203	330	310	294	289	198	49
125	206	218	353	330	315	309	212	52
130	220	233	376	352	336	330	227	54
135	236	249	400	375	358	351	242	57
140	252	266	425	399	381	374	258	60
145	268	284	451	423	405	398	275	63
150	286	302	479	449	430	423	293	66

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical

Otras propiedades de los nuevos refrigerantes.				
Número de Refrigerante	R-134a	R-401A	R-401B	R-409A
Reemplaza	R-12	R-12	R-12, R-500	R-12
Fórmula Química / Composición	CH ₂ FCF ₃	R22/R152a/R124 53/13/34 %peso	R22/R152a/R124 61/11/28 %peso	R22/R142b/R124 60/15/25 %peso
Peso Molecular	102.03	94.4	92.8	97.45
Punto de ebullición a 1atm, °F (°C)	-15.7 (-26.5)	-27.3 (-33.0)	-30.4 (-34.7)	-29.6 (-34.2)
Densidad del líquido a 25°C (77°F), lb/ft ³ (kg/m ³)	75.02 (1210)	74.5 (1194)	74.4 (1193)	76 (1217)
Presión de vapor a 25°C (77°F), psia (kPa)	96 (661.9)	112.1 (772.9)	118.8 (819.2)	116.3 (801.6)
Capacidad térmica del líquido a 25°C (77°F), Btu/lb°F (kJ/kgK)	0.339 (1.42)	0.310 (1.3)	0.310 (1.3)	N/A
Capacidad térmica del vapor a 1atm y 25°C (77°F), Btu/lb°F (kJ/kgK)	0.204 (0.854)	0.176 (0.737)	0.173 (0.724)	N/A
Conductividad térmica del líquido a 25°C (77°F), Btu/hr.ft°F (W/mK)	0.0478 (0.0824)	0.0517 (0.09)	0.0517 (0.09)	N/A (0.0697)
Conductividad térmica del vapor a 1atm (101.3kPa), Btu/hr.ft°F (W/mK)	0.00836 (0.0145)	0.00688 (0.0119)	0.00688 (0.0119)	N/A
Temperatura Crítica, °F (°C)	213.9 (101.1)	226 (108)	223 (106)	224.6 (107)
Presión Crítica, psia (kPa)	588.9 (4060)	668 (4604)	679 (4682)	667.2 (4600)
AEL Límite de Exposición Aceptable (8- y 12-hr TWA), ppm	1000	1000	1000	1000
ODP Potencial de Agotamiento del Ozono, CFC-12=1	0	0.03	0.035	0.05
GWP potencial de Calentamiento Global, CO ₂ =1	1300	973	1062	1288
Clasificación ASHRAE de Seguridad	A1	A1/A1	A1/A1	A1/A1