

Información técnica

Aplicación práctica del refrigerante R600a isobutano en sistemas refrigerados domésticos



El refrigerante R600a, o isobutano, es un posible sustituto para otros refrigerantes, los cuales tienen un gran impacto ambiental, a través de los refrigeradores domésticos. Tiene un potencial de destrucción de ozono ODP de cero y un potencial global de calentamiento GWP insignificante. Además es una sustancia que forma parte de gases de petróleo provenientes de fuentes naturales, por lo que se le puede considerar un refrigerante natural. El refrigerante R600a ha sido utilizado en el pasado, en congeladores hasta finales de los años 40, y en estos momentos es ampliamente utilizado en los refrigeradores y congeladores domésticos en Europa, especialmente en Alemania, donde más del 90% de los refrigeradores son de R600a. En todo el mundo se ha discutido la posibilidad de utilizar el R600a como sustituto para los CFC. El isobutano es un posible sustituto ya que cuenta con una buena eficiencia energética, pero con algunas características distintas, lo cual implica que el diseño se debe adaptar a este refrigerante.

1 Refrigerante

Las características del R600a difieren de las de otros refrigerantes utilizados comúnmente en aplicaciones domésticas, ver tabla 1. Esto acarrea cambios en los detalles de diseño.

Tabla 1: Comparación de datos entre refrigerantes

Refrigerante	R 600a	R 134a	R 12
Nombre	Isobutano	1,1,1,2-Tetra-fluoroetano	Dicloro-Fluorometano
Formula	$(CH_3)_3CH$	CF_3-CH_2F	CF_2Cl_2
Temperatura crítica en °C	135	101	112
Peso Molecular en kg/kmol	58.1	102	120.9
Punto normal de ebullición en °C	-11.6	-26.5	-29.8
Presión a -25°C en bar (absoluto)	0.58	1.07	1.24
Densidad del líquido a -25°C en kg/l	0.60	1.37	1.47
Densidad vapor a to -25/+32°C en kg/m³	1.3	4.4	6.0
Capacidad volumétrica a -25/55/32°C en kJ/m³	373	658	727
Entalpía de vaporización a -25°C en kJ/kg	376	216	163
Presión a +20°C en bar (absoluto)	3.0	5.7	5.7

1.1 Presión

La gran diferencia entre el R600a y el R134a y R12, se encuentra en el nivel de presión, el cual es más bajo, por ejemplo, a -25°C de temperatura de evaporación equivale a un 55% del de R 134a y un 45% del de R12. En relación con esto el punto de ebullición es de 15 K y 18 K más alto respectivamente. Esto lleva a tener presiones de trabajo mucho más bajas que las anteriores. Los evaporadores en los refrigeradores domésticos por lo tanto trabajarán por debajo de la presión atmosférica.

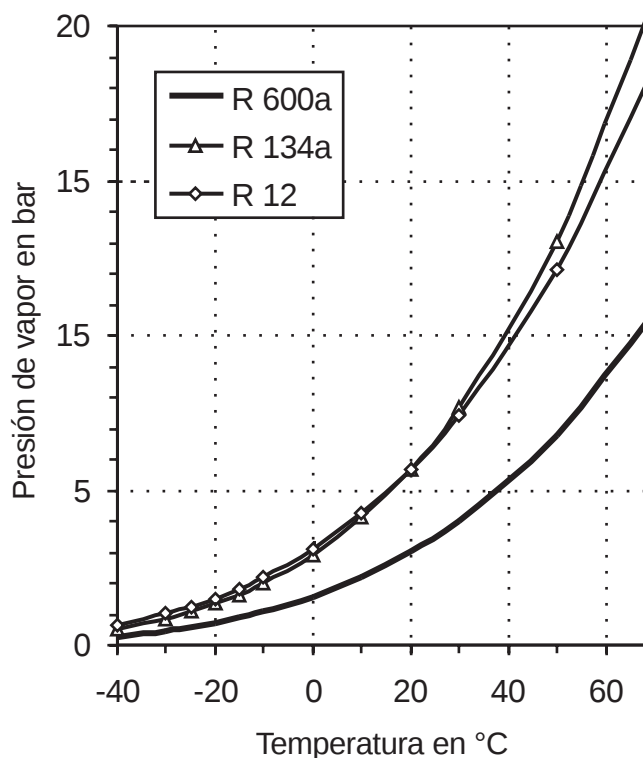


Figura 1: Presión de vapor para diferentes refrigerantes frente a temperatura

1.2 Capacidad

El bajo nivel de presión está relacionado con una temperatura crítica elevada. Esto da una buena capacidad de enfriamiento incluso con altas temperaturas de condensación.

La capacidad volumétrica del R600a es aproximadamente un 50% la del R12 y un 55% la del R134a a una temperatura de condensación de 55°C , como se ve en la figura 2. Consecuencia de esto el volumen de barrido del compresor debe ser el doble del volumen de barrido de por un compresor para R12.

La capacidad de enfriamiento volumétrica se calcula con la densidad del gas de aspiración y la diferencia de entalpía de evaporación. Las características de capacidad del compresor, en términos de capacidad sobre temperatura de evaporación, están cercanas a otros refrigerantes, como se ve en la figura 3.

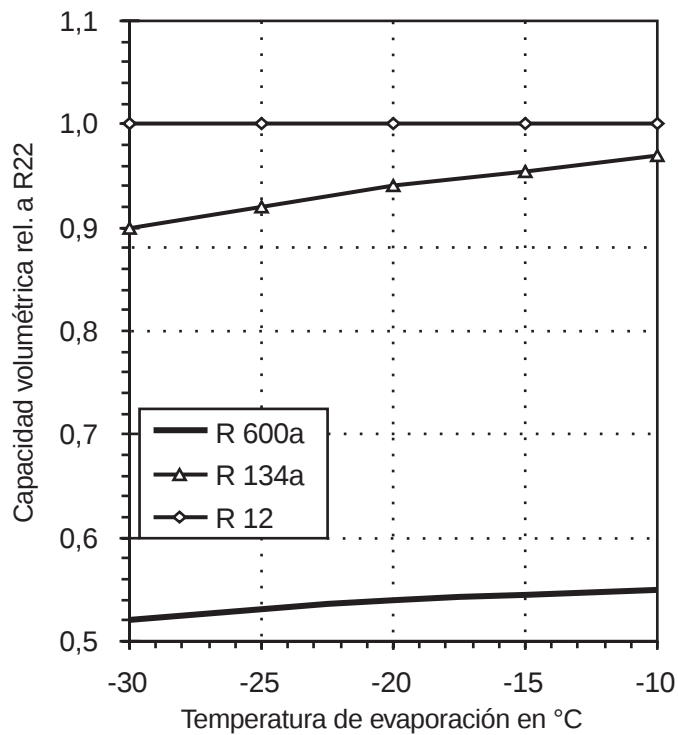


Figura 2: La capacidad volumétrica de R600a y R134a, relativa al R12, relacionada con la temperatura de evaporación, a una temperatura de condensación de 55 °C y una temperatura de gas de aspiración de 32°C, sin subenfriamiento.

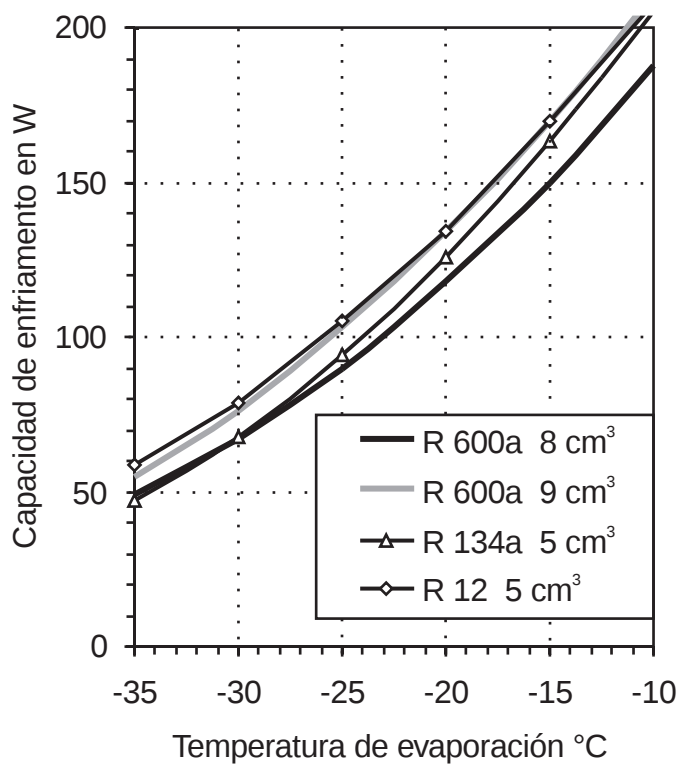


Figura 3: Capacidad de enfriamiento frente a temperatura de evaporación con diferentes refrigerantes.

1.3 Carga de refrigerante

Si se introduce R600a en un sistema de refrigeración, la carga en gramos será mucho menor. Sin embargo, si se calcula en cm^3 , la carga volumétrica de líquido es aproximadamente la misma. Esto da cargas de un 45% de R134a y un 40% de R12 en gramos, de acuerdo con los datos empíricos de la tabla 1. Los sistemas muestran una alta sensibilidad a las desviaciones en las cargas. Cargas inadecuadas dan altos consumos de energía. Esto significa que el proceso de carga se debe mejorar, en cm^3 o incluso más en gramos. En cargas de aproximadamente 20 g, las cuales son propias de muebles refrigeradores pequeños, la precisión debe ser de 1 g. La carga máxima, de acuerdo con las regulaciones de seguridad es de 150 g por refrigerador, lo cual corresponde a aproximadamente 360 g de R12 o 340 g de R134a.

1.4 Pureza

Las especificaciones para el R600a no se encuentran en los estándares internacionales. Algunos datos están incluidos en la norma alemana DIN 8960 de 1998, la cual es una versión ampliada de la ISO 916. La pureza del refrigerante se considera según su química y su estabilidad, según la vida del compresor y del sistema, y desde el lado termodinámico considerando el comportamiento y el control del sistema de refrigeración.

La especificación DIN 8960 es una especificación general sobre la seguridad de los hidrocarburos, adoptada de un catalogo de criterios sobre refrigerantes que cubre propano, n-butano y otros. Algunos conceptos pueden ser aceptados para refrigerantes específicos y combinaciones no puras después de una evaluación exhaustiva.

Por el momento no existe en el mercado ningún refrigerante con la calidad acorde con los estándares oficiales. Las especificaciones de calidad deben ser revisadas con las empresas suministradoras en detalle. El gas licuado del petróleo LGP para aplicaciones como carburantes con grado de pureza técnico de un 95% no es suficiente para sistemas de refrigeración herméticos. Los contenidos en agua, sulfuros y componentes reactivos deben estar por debajo de los niveles de garantía para estos productos.

Tabla 2: Especificaciones para R600a de acuerdo con la norma DIN 8960-1998

	Especificación	Unidad
Contenido en refrigerante ¹	$\geq$ 99.5	% masa
Impurezas organicas ²	$\leq$ 0.5	% masa
1,3-Butadieno ³	$\leq$ 5	ppm por masa
n-hexano	$\leq$ 50	ppm por masa
Benceno ⁴	$\leq$ 1	ppm por substancia
Azufre	$\leq$ 2	ppm por masa
Deslizamiento de temperatura evap.	$\leq$ 0.5	K (desde 5 a 97 % destil)
Gases no condensables	$\leq$ 1.5	% vol. Fase vapor
Agua ⁵	$\leq$ 25	ppm por masa
Contenido en ácidos	$\leq$ 0.02	mg KOH/g neutralización
Residuos de evaporación	$\leq$ 50	ppm por masa
Partículas/Sólidos	no	Revisión visual

- 1) El contenido no está detallado en DIN 8960. Solo las impurezas están clasificadas y limitadas. El principal contenido es el resto hasta un 100%.
Para cálculos termodinámicos el contenido en isómero n-butano R600 puede ser hasta del 5% no afectando al criterio de deslizamiento de la temperatura y afectando mínimamente a la presión, y menos de 0.2 K a la temperatura de evaporación.
- 2) Según el compresor se acepta un contenido de un 1% de propano en el R600a.
- 3) Este es el valor máximo para cada sustancia simple de los hidrocarburos insaturados.
- 4) Este es un valor máximo según cada compuesto aromático sencillo.
- 5) Este es un valor preliminar, será revisado según se vaya experimentando.
- 6) mg/kg igual a ppm por masa

Debido a las altas presiones del propano, la fase de vapor contendrá concentraciones de propano más altas. Para evitar problemas de acumulación de propano, la carga debe hacerse en fase líquida.

2 Materiales

El R600a se utiliza principalmente con compresores con aceite mineral, luego la compatibilidad es igual que con el R12. El uso de aceites alquilbencénicos también es posible. El R600a es químicamente inactivo en sistemas de refrigeración. La solubilidad con el aceite mineral es tan buena como con el R12. La compatibilidad con los materiales directos es menos problemática. Se pueden observar algunos problemas en algunas gomas, plásticos y plásticos con cloro, sin embargo estos materiales no suelen estar presentes en los sistemas de refrigeración doméstica. En la tabla 3 se relacionan algunos materiales en los que se han encontrado problemas. Con materiales críticos se deben hacer pruebas específicas para su uso.

Tabla 3: Compatibilidad de materiales

Material	Compatibilidad
Goma butílica	No
Goma común	No
Polietileno	Depende de la condiciones
PP	No
PVC	No
PVDF	No
EPDM	No
CSM	no

2.1 Filtros deshidratadores

Para refrigeradores domésticos el disecante utilizado normalmente es un molecular sieves, una zeolita. Para el R600a, se recomienda un material poroso de 3 Å, como para R134a, por ejemplo UOP XH 7, XH9 o XH11, Grace 594, CECA Siliporite H3R. Los núcleos secadores para R134a pueden utilizarse con R600a sin ningún cambio. Ver nota CN.86.A.

3 Inflamabilidad y seguridad

La principal desventaja del R600a es su inflamabilidad. Esto implica un manejo determinado y precauciones de seguridad.

Tabla 4: Inflamabilidad del isobutano

Límite mínimo de explosión (LEL)	1.5 %	Aprox. 38 g/m ³
Límite máximo de explosión (UEL)	8.5 %	Aprox. 203 g/m ³
Temperatura mínima de ignición	460 °C	

Son necesarias precauciones de seguridad en concentraciones grandes de isobutano debido a su inflamabilidad, en sus aplicaciones y en los procesos de producción. Los riesgos en estas situaciones son muy diferentes. Para que se produzca un accidente se tienen que cumplir dos condiciones. Una es la mezcla inflamable de gas y aire y la otra es el tipo de ignición a ciertos niveles de energía o temperatura.

Estas dos condiciones se deben presentar juntas para la combustión, luego se tiene que evitar esta combinación.



Figura 4: Etiqueta amarilla de peligro.

Los compresores Danfoss para R600a tienen protectores internos y sistemas de arranque PTC o relés especiales, todos ellos asegurando que no se puedan producir chispas cerca del compresor, ya que en caso de fugas cerca del compresor no se puede garantizar la mezcla con el aire por debajo del LEL (límite de explosión inferior)

Como muestra la figura 4, los compresores llevan una etiqueta amarilla para gas inflamable.

3.1 Aplicación

Para pruebas de seguridad en los refrigeradores domésticos y aplicaciones similares se ha establecido en Europa un estándar, la hoja técnica IEC TS 95006. También existe una adaptación a la norma IEC / EN 60335-2-24, la cual es una norma de seguridad eléctrica. Las homologaciones para refrigeradores con hidrocarburos como refrigerantes están de acuerdo con los procedimientos del TS en Europa desde 1994. La metodología del TS y los procedimientos de esta norma están basados en la siguiente descripción. También se deben tener en cuenta otras normas nacionales, por ejemplo, EN 378, DIN 7003, BS 4344, SN 253 130, las cuales pueden tener diferentes requisitos.

- Todo elemento interruptor de corte eléctrico durante su operación normal se considera como un foco de ignición. Esto incluye termostatos, contactos de puertas para luz, dispositivos on/off y otros interruptores, como congelación rápida, relés de compresores, térmicos externos, relojes de desescarche, etc.
- Todos los elementos por partes se consideran focos de refrigerante debido a la posibilidad de fugas. Esto incluye evaporadores, condensadores, calentadores de puertas, tuberías y compresor.
- La carga máxima de refrigerante se fija en 150 g. Manteniendo la carga a un máximo de 25% del nivel de explosión mínimo LEL, el cual es aproximadamente 8 g/m³ para cocinas estándares, los riesgos de ignición son bajos aun si la distribución del refrigerante, en caso de fuga, es desigual.

El objetivo principal de las precauciones de seguridad es separar las cámaras que contienen los refrigerantes de las que tienen elementos eléctricos de corte.

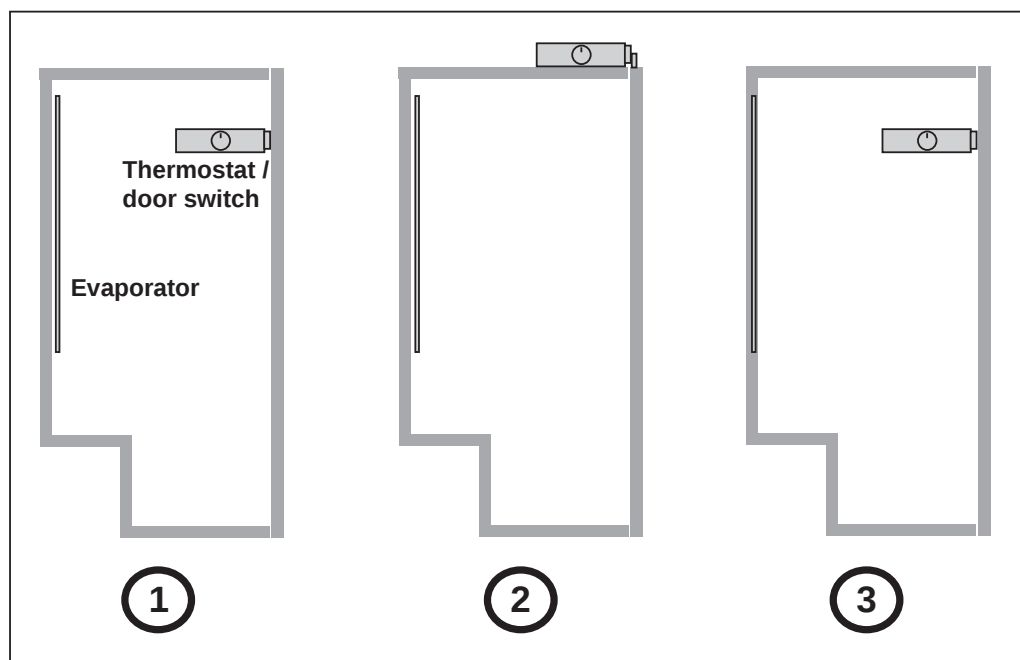


Figura 5: Variantes de aplicaciones de diseño.

En la figura 5 se muestran tres posibilidades. La opción 1 tiene el evaporador y el termostato/interruptor de puerta en el área de almacenamiento. Es una situación crítica si tenemos refrigerantes inflamables y no se debería utilizar. La opción 2 tiene el evaporador dentro y el termostato/interruptor de puerta fuera, en el techo. Esto sería una solución bastante segura. La opción 3 tiene el termostato/interruptor de puerta dentro, pero el evaporador está incrustado en el aislante del equipo. Esta solución se utiliza con frecuencia. La opción elegida debe ser diseñada así como realizar la prueba de fugas según los procedimientos TS 95006 y IEC / EN 60335.

Esta situación de separación de cámaras se da en la actualidad en el diseño de los muebles frigoríficos y congeladores.

- Los botelleros grandes y congeladores tienen con mucha frecuencia todos los interruptores eléctricos en el panel superior.
- Algunos congeladores tienen el evaporador escondido en el mueble, en el aislante, lo que significa que no está en el área de almacenamiento, donde si está el termostato y por tanto este caso se permite.

Se darán situaciones críticas cuando no sea posible evitar que el evaporador y el termostato o los interruptores estén en la misma cabina. En este caso tenemos dos posibilidades.

- Se deben utilizar modelos de termostatos e interruptores aislados, que eviten la entrada de gas y que este pueda alcanzar los contactos. Danfoss tienen termostatos electrónicos adecuados para esta aplicación.
- Los evaporadores de circuito impreso de aluminio (Rollbond) se tienen que hacer a prueba de fugas con doble hoja de aluminio (Rollbond seguridad extra). En este caso el punto para la conexión del tubo de aspiración tiene que estar en el exterior y sellado y separado del recinto refrigerado.

Aún habiendo tenido en cuenta todas las consideraciones anteriores, cada una de las aplicaciones con R600a debe ser probada y homologada según los procedimientos TS / IEC / EN. Las normas también especifican presiones de rotura para intercambiadores de calor y tuberías en función del refrigerante. Para más detalles ver normas. Las instrucciones de utilización deberán incluir alguna información sobre precauciones en el manejo, como no desescarchar los compartimentos del congelador con cuchillos, e instalar en una cámara con al menos 1 m³ por cada 8 g de carga, esto último se incluye en la etiqueta.

3.2 Fábrica

El contenido de refrigerante en el sistema y el diseño de seguridad del mismo debe ser aprobado y controlado regularmente por las autoridades locales. Más abajo se indican los principios de diseño e instalación en Alemania. En muchos detalles están basados en las regulaciones para instalaciones de gases licuados y se aplican especialmente en las proximidades a las zonas de carga, donde los conectores de gas se manejan con frecuencia y se realiza la carga de las distintas aplicaciones.

Los principios básicos de seguridad son

- Ventilación forzada para evitar la acumulación de gas en el local.
- Equipo eléctrico estándar excepto para ventiladores y sistemas de seguridad.
- Vigilancia continua con sensores de gas en áreas de posibles fugas así como alrededor de las estaciones de carga, con alarma y ventilación doble a un 15% o 20% del LEL y con desconexión de todos los equipos eléctricos que no son a prueba de explosión en el área de monitorización con un valor del 30 a 35% del límite de explosión inferior, LEL, dejando los ventiladores a máxima velocidad.
- Prueba de fugas en aplicaciones antes de cargar el refrigerante, para evitar realizar un proceso de carga en un sistema con fugas.
- Estaciones de carga diseñadas para refrigerantes inflamables y conectadas a sistemas de seguridad.

En muchos casos, los suministradores de estaciones de carga y equipos de detección de gas pueden soportar el diseño de los sistemas de seguridad.

4 Diseño del sistema de refrigeración

En muchos casos cuando se produce la transición desde refrigerantes inflamables a R600a, las aplicaciones tienen que ser modificadas por razones de seguridad como se indica en la sección 3.1. Pero estos cambios pueden ser necesarios por otras razones.

4.1 Intercambiadores de calor

La eficiencia de los sistemas de refrigeración no se ve afectada por el tamaño del evaporador o condensador, por lo tanto la superficie de los mismos se puede mantener igual que para R12 o R134a.

El diseño interno del evaporador podría necesitar alguna modificación, ya que el volumen de refrigerante aumenta desde un 50% a un 100% debido a un mayor barrido volumétrico en el compresor. Esto lleva a aumentar la caída de presión en las tuberías de refrigerante, si la sección permanece constante. Para mantener la velocidad del refrigerante entre 3 y 5 m/s se recomienda ampliar el diámetro de la tubería. Esto se puede hacer en los evaporadores de aluminio impreso Rollbond ya sea incrementando la altura de los canales del sistema, por ejemplo desde 1.6 hasta 2 mm, o bien diseñando canales paralelos en lugar de simples. Un sistema con canales paralelos debe diseñarse con precaución para evitar la acumulación de líquido.

En el diseño del acumulador para el evaporador Rollbond debe hacerse con especial cuidado. Cuando se utiliza R12 o R134a, el refrigerante es más pesado que el aceite utilizado, mientras que con R600a el refrigerante es menos pesado, como se puede ver en la tabla 1. Esto puede producir acumulación de aceite si el acumulador es muy grande, o es alto, y no asegura un vaciado suficiente durante el arranque del sistema. Las premisas de diseño para el evaporador se pueden encontrar en el documento CN.82.A.

4.2 Capilar

Cuando se cambiaron los sistemas capilares de R12 a R134a, normalmente la relación de flujo a través del capilar, expresada en litros de nitrógeno por minuto en condiciones específicas, se procedía a alargar el capilar, o poner un diámetro de capilar menor. Para el R600a por experiencia práctica y modelos teóricos se ha comprobado que los capilares tienen dimensiones similares a las de R12.

Como ocurre con el R134a, el intercambiador de calor de la línea de aspiración es muy importante para la eficiencia de un sistema con R600a. El efecto sobre la eficiencia es aún mayor para R600a que para R134a. Para ambos es más importante que para R12, ver figura 6, la cual muestra el aumento del COP con respecto al sobrecalentamiento con una temperatura de gas de retorno desde 0 K a +32°C. En las aplicaciones de carcasa es normal tener un rango desde +20°C hasta +32°C. Este aumento en el COP con R600a se

debe al alto calor específico del vapor. En combinación con la necesidad de mantener la carga de refrigerante lo más cerca posible del máximo permitido, por lo cual el sobrecalentamiento a la salida del evaporador es cero, el intercambiador de la línea de aspiración tiene que tener una alta eficiencia para prevenir la condensación de la humedad del aire en la tubería de aspiración. En algunos casos el alargamiento de la línea de aspiración y el capilar hace que la eficiencia mejore. Se debe intentar tener la máxima superficie posible de capilar en contacto con la línea de aspiración.

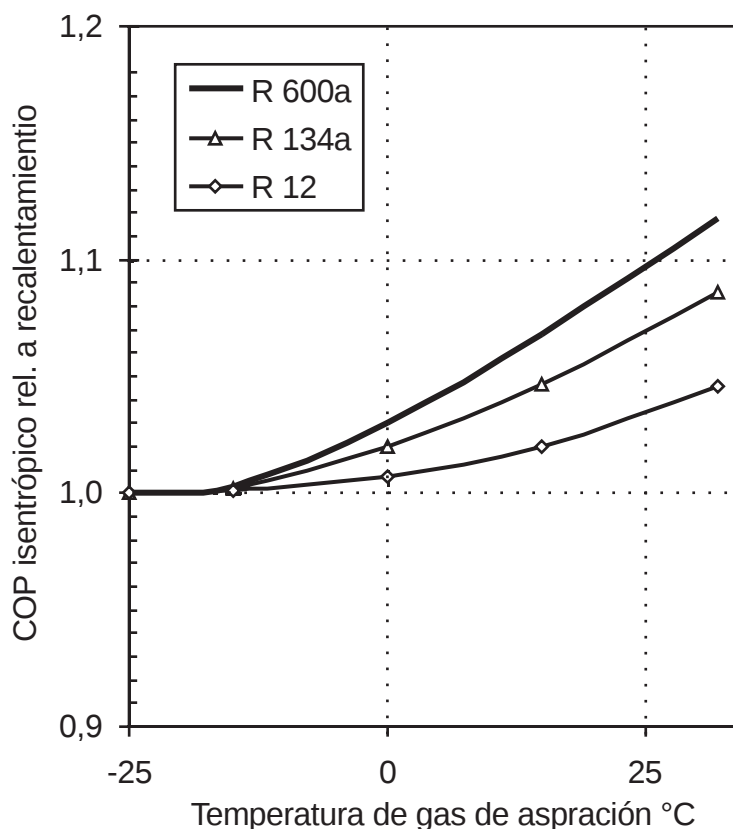


Figura 6: Incremento del COP para diferentes refrigerantes frente a la temperatura de aspiración en compresión adiabática, intercambio de calor interno, a una temperatura de evaporación de -25°C , temperatura de condensación de 55°C , sin subenfriamiento antes del intercambiador.

4.3 Ruido

Mientras que los compresores tienden a ser cada vez menos ruidosos con R 600a para bajas capacidades, en parte debido a los niveles de presión más bajos, pueden producirse otros tipos de ruidos. Los desplazamientos de pistón más grandes requeridos, causan mayores vibraciones y generan ruido. El aumento del volumen desplazado pueden generar una mayor nivel de ruido en los evaporadores, especialmente en el punto de inyección, a veces, aunque el ruido no aumenta, si puede llegar a ser un problema. Al reducirse el ruido de compresor, el sonido de paso de flujo se apreciará más y puede llegar a sonar como un silbido. Un volumen de fluido alto puede originar grandes pulsaciones de gas y además de aumentar el ruido puede generar vibraciones. Un aumento en la longitud del intercambiador de la línea de aspiración puede reducir el ruido, porque iguala el fluido y estabiliza la inyección.

4.4 Realización del vacío

A una temperatura de evaporación de -25°C el R600a, el R12 tiene una presión de 1.24 bar y el R134a de 1.07 bar, mientras que para el R600a es de 0.58 bar, lo cual equivale a un 47% ó un 54% respectivamente de los anteriores.

Esto significa que el contenido en gases no condensables en los sistemas de refrigeración tienen el doble de efecto negativo en los sistemas con R600a, o expresado de otra manera, el nivel máximo de gases no condensables tiene que ser la mitad que en los sistemas anteriores. Los tiempos de evacuación realizados al sistema deben ser más del doble, porque la proporción principal de los gases no condensables provenientes del aceite del compresor muestran un efecto no lineal en su evacuación con respecto al tiempo.

Dependiendo del diseño de la aplicación los tiempos de vacío aumentarán cuando se trabaja con el tubo de carga. Cuando se hace el vacío por el tubo de carga y el de descarga, se reduce el tiempo pero aumenta el costo.

Altas concentraciones de no condensables aumentan el consumo de energía debido a las temperaturas de condensación elevadas ya que una porción del gas transportado es inactivo. También puede aumentar el ruido. En compresores con dos evaporadores y dos temperaturas puede haber problemas con los ciclos de desescarche ya que existe el riesgo de mayor formación de hielo en la zona de refrigeración.

4.5 Limpieza de los componentes

Las especificaciones de limpieza son comparables a las de R12 ó R134a. La única norma utilizada para la limpieza de los componentes de refrigeración es la DIN 8964, la cual se utiliza en varios países además de Alemania. Especifica el máximo contenido en solubles, insolubles y otros residuos. Los métodos para determinar los contenidos de solubles e insolubles están siendo modificados para el R600a, pero en principio los mismos valores son útiles.

5 Mantenimiento

La reparación y mantenimiento de un sistema con R600a requiere un personal y un equipo bien calificado y preparado. Ver documento CN.73.C. para más detalles. También se deben tener en cuenta las leyes y regulaciones locales. Debido a la inflamabilidad del gas, lo cual es un riesgo potencial durante el trabajo en el sistema de refrigeración, es necesario un manejo cuidadoso. Se necesita una buena ventilación de la habitación y la descarga de la bomba de vacío se debe hacer al aire libre. El equipo del servicio técnico tiene que cumplir los requisitos del R600a en concepto de calidad de evacuación y precisión en la carga de refrigerante. Se recomiendan escalas electrónicas para controlar la carga de refrigerante dentro de las necesidades de precisión.

Danfoss no recomienda la conversión de R12, R134a a R600a, porque estos sistemas no están preparados para la utilización de refrigerantes inflamables, además los elementos de seguridad eléctricos no están de acuerdo con las normas necesarias.

Referencias

TS 95006	<i>Refrigerators, food-freezers and ice-makers using flammable refrigerants, Safety Requirements, Ammendment to IEC 60 335-2-24, CENELEC, July 1995</i>
DIN 8964	<i>Kreislaufteile für Kälteanlagen</i> Beuth Verlag GmbH, Berlin
CN.86.A	<i>Driers and Molecular Sieves Desiccants</i>
CN.82.A	<i>Evaporators for Refrigerators</i>
CN.73.C	<i>Service on Household Refrigerators and Freezers with New Refrigerants</i>
CK.50.A	<i>Compressors for R 600a 220 - 240 V 50 Hz</i> Collection of Datasheets
EN 60335-2-24	<i>Safety of household and similar appliances Part 2: Particular requirements for refrigerators, food freezers and ice-makers</i>

La gama de productos Danfoss para la industria de la refrigeración y del aire acondicionado:

Compresores para refrigeración y aire acondicionado

Estos productos incluyen compresores herméticos de pistones, compresores Scroll y unidades condensadoras enfriadas por ventilador. Las aplicaciones típicas son unidades de aire acondicionado, enfriadoras de agua y sistemas de refrigeración comercial.



Compresores y unidades condensadoras

Esta parte de la gama incluye compresores herméticos y unidades condensadoras enfriadas por ventilador para frigoríficos y congeladores de uso doméstico, y para aplicaciones comerciales tales como enfriadores de botellas y dispensadores de bebidas. También ofrecemos compresores para bombas de calor y compresores de 12 y 24 V para pequeños aparatos frigoríficos y congeladores en vehículos comerciales y embarcaciones.



Controles para muebles y vitrinas de refrigeración y congelación

Danfoss ofrece una amplia gama de termostatos electromecánicos adaptados a las necesidades del cliente para refrigeradores y congeladores, controles electrónicos de temperatura con o sin display, y termostatos de servicio para el mantenimiento de muebles frigoríficos y congeladores.



Controles de refrigeración y de aire acondicionado

Nuestra completa gama de productos cubre todas las exigencias de control, seguridad, protección y monitorización de instalaciones de refrigeración y sistemas de aire acondicionado, mecánicos y electrónicos. Estos productos se utilizan en innumerables aplicaciones dentro de los sectores de la refrigeración comercial e industrial y del aire acondicionado.



www.danfoss.com/compressors

Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores que pudieran aparecer en sus catálogos, folletos o cualquier otro material impreso, reservándose el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluyéndose los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan las características convenidas con el cliente. Todas las marcas comerciales de este material son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo Danfoss son marcas comerciales de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos.