

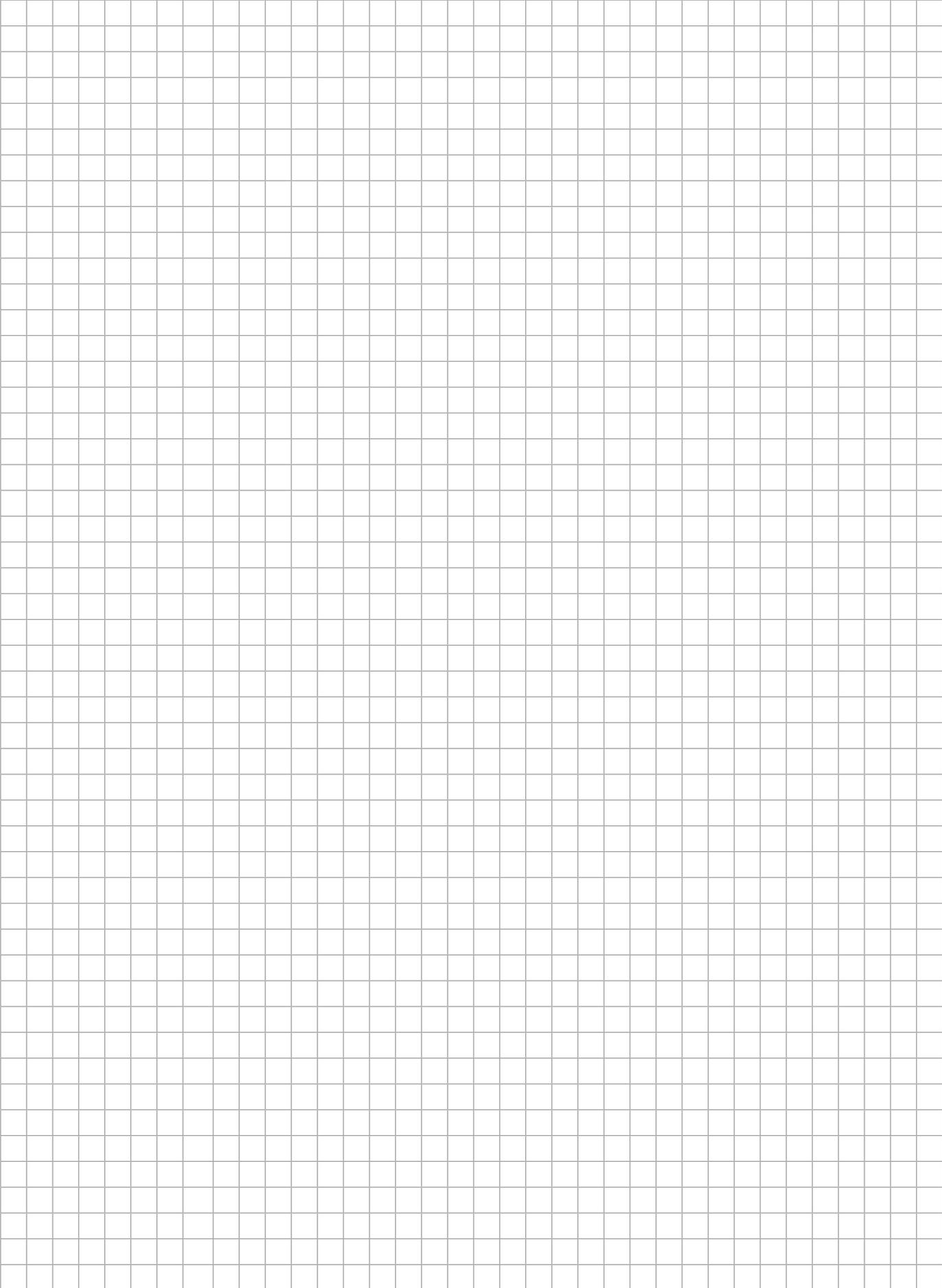
**Este capítulo está dividido en cuatro secciones:****Página**

Instrucciones de montaje, compresores .....	63
Unidades Condensadoras en general.....	81
Reparación de equipos de refrigeración herméticos.....	95
Aplicación práctica del refrigerante R290 propano en equipos herméticos pequeños .....	115



Índice	Página
1.0 Generalidades .....	65
2.0 Compresor .....	65
2.1 Denominación .....	65
2.2 Par de arranque bajo y alto .....	66
2.3 Protector del motor y temperatura del devanado .....	66
2.4 Arandelas de goma .....	66
2.5 Temperatura ambiente mínima .....	67
3.0 Localización de averías .....	67
3.1 Desconexión por la actuación del protector del motor .....	67
3.2 Interacción del PTC y el protector .....	67
3.3 Comprobación del protector y la resistencia del devanado .....	67
4.0 Apertura del sistema de refrigeración .....	67
4.1 Refrigerantes inflamables .....	68
5.0 Montaje .....	68
5.1 Conectores .....	68
5.2 Desplazamiento de los conectores hacia fuera .....	70
5.3 Adaptadores de tubo .....	70
5.4 Soldaduras .....	70
5.5 Soldadura .....	71
5.6 Uniones Lokring .....	72
5.7 Filtros secadores .....	72
5.8 Filtros secadores y refrigerantes .....	73
5.9 Tubo capilar en el secador .....	73
6.0 Equipamiento eléctrico .....	74
6.1 Dispositivo de arranque LST .....	74
6.2 Equipo de arranque HST .....	75
6.3 Equipo de arranque HST CSR .....	77
6.4 Equipo para compresores en tándem SC .....	77
6.5 Unidad electrónica para compresores de velocidad variable .....	78
7.0 Vacío .....	78
7.1 Bombas de vacío .....	79
8.0 Carga de refrigerante .....	79
8.1 Carga máxima de refrigerante .....	79
8.2 Cierre del tubo de proceso .....	79
9.0 Pruebas .....	80
9.1 Comprobación del equipo .....	80

# Notas



**1.0 Generalidades**

Cuando es necesario instalar un compresor en instalaciones nuevas, normalmente hay tiempo suficiente para elegir el tipo de compresor adecuado a partir de las hojas de datos técnicos, así como de realizar suficientes pruebas. Por el contrario, en los casos en los que se debe sustituir un compresor averiado, muchas veces puede ser imposible adquirir el mismo tipo de compresor que el original. En estos casos es necesario comparar los datos de catálogo del compresor en cuestión.

El técnico de reparaciones debe tener en cuenta lo siguiente al elegir un compresor: tipo de refrigerante, tensión y frecuencia, rango de aplicación, desplazamiento/capacidad del compresor, características de arranque y de refrigeración.

Se puede esperar que un compresor conserve su vida útil durante mucho tiempo si los trabajos de mantenimiento se realizan correctamente y se mantiene la limpieza en la instalación y los componentes permanecen secos.

Si es posible, utilice el mismo tipo de refrigerante que se ha utilizado en el equipo averiado.

**2.0 Compresor**

El programa de compresores Danfoss consta de los modelos básicos P, T, N, F, SC y SC Twin.

Los compresores Danfoss de 220 V presentan una etiqueta amarilla con información acerca del modelo, tensión y frecuencia, aplicación, características de arranque, refrigerante y número de serie.

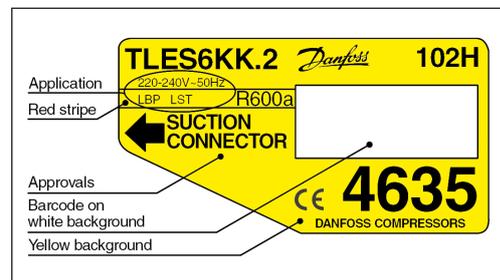


Am0\_0024

Los compresores de 115 V presentan una etiqueta verde.

Las siglas LST/HST quieren decir que las características de arranque dependen del equipo eléctrico.

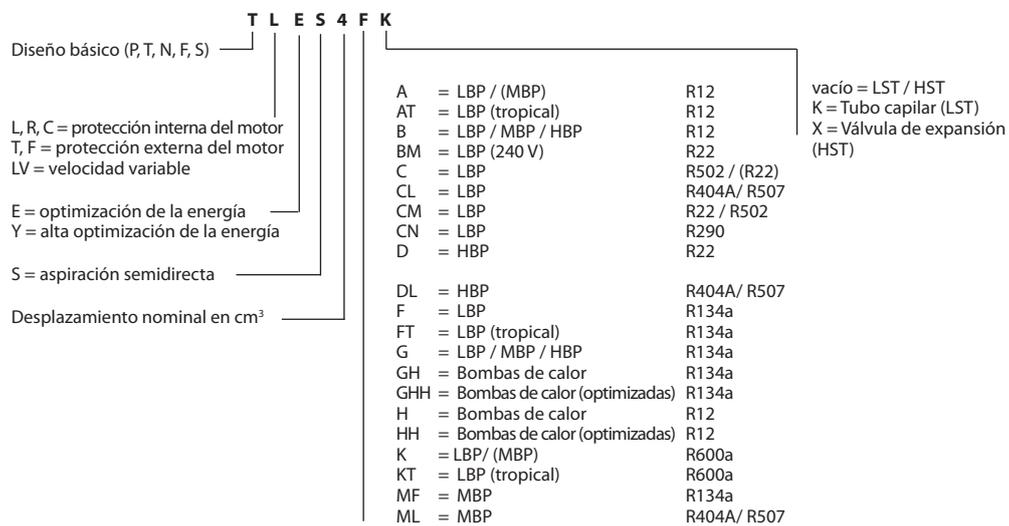
Si la etiqueta de especificaciones se ha borrado, el modelo de compresor y número de serie pueden consultarse en el sello lateral del compresor. Consulte las primeras páginas de las hojas de datos técnicos del compresor.



Am0\_0025

**2.1 Denominación**

*Ejemplo de denominación del compresor*



2.1  
Denominación (cont.)

La primera letra de la denominación (P, T, N, F o S) indica la serie del compresor y la segunda, la ubicación del protector del motor. E, Y y X significan distintos pasos de optimización energética. S significa aspiración semidirecta. V significa compresores de velocidad variable. En todos estos tipos mencionados debe utilizarse el conector de aspiración indicado. Si se utiliza un conector incorrecto como conector de aspiración ello irá en perjuicio de la capacidad y la eficiencia del equipo.

Un número indica el desplazamiento en cm<sup>3</sup>, pero en los compresores PL indica la capacidad nominal. La letra después del desplazamiento indica qué refrigerante debe utilizarse, así como el campo de aplicación para el compresor. (véase ejemplo) LBP (Low Back Pressure – Baja temp. de evaporación) indica el rango de bajas temperaturas de evaporación, típicamente de -10°C a -35°C o incluso a -45°C, para su uso en congeladores y refrigeradores con compartimento para congelador.

MBP (Medium Back Pressure - Media temp. de evaporación) indica el rango de temperaturas de evaporación medio, típicamente

de -20 °C a 0 °C como es el caso de las cámaras frigoríficas, enfriadores de leche, neveras y enfriadores de agua.

HBP (High Back Pressure – Alta Temp. de evaporación) indica altas temperaturas de evaporación, típicamente de -5 °C a +15 °C como, p.ej. deshumidificadores y algunos enfriadores de líquido.

T como carácter extraordinario señala el compresor previsto para su uso en climas tropicales. Esto quiere decir que puede utilizarse a altas temperaturas ambientales y que es capaz de funcionar con un suministro de alimentación más inestable.

La última letra de la denominación del compresor proporciona información acerca del par de arranque. Si el compresor está previsto principalmente para LST (Low Starting Torque – Bajo Par de Arranque) y HST (High Starting Torque – Alto Par de Arranque), esta posición se deja vacía. Las características de arranque dependen del equipamiento eléctrico elegido.

K indica LST (tubo capilar e igualación de presión durante la parada) y X indica HST (válvula de expansión o sin igualación de presión).

2.2  
Par de arranque bajo y alto

Los folletos técnicos de los compresores muestran la descripción de los distintos equipos eléctricos. Consulte también el apartado 6.0.

Los compresores de bajo par de arranque (LST) sólo deben utilizarse en sistemas de refrigeración con dispositivo reductor de tubo capilar en los que se consigue la igualación de presión entre los lados de aspiración y de descarga durante cada periodo de parada.

El dispositivo de arranque PTC (LST) requiere que el tiempo de parada sea de 5 minutos como mínimo, ya que éste es el tiempo necesario para refrigerar el PTC.

El dispositivo de arranque HST, que proporciona al

compresor un par de arranque alto, siempre debe ser utilizado en sistemas de refrigeración con válvula de expansión y en sistemas de tubo capilar sin igualación total de presión antes de cada arranque.

Los compresores de par de arranque alto (HST) se utilizan generalmente mediante un relé y condensador de arranque como dispositivo de arranque.

Los condensadores de arranque están diseñados para una conexión corta.

El mensaje "1,7% ED" que aparece impreso en el condensador de arranque significa, por ejemplo, un máximo de 10 conexiones por hora de una duración de 6 segundos cada una.

2.3  
Protector del motor y temperatura del devanado

La mayoría de los compresores Danfoss vienen equipados con un protector del motor integrado (protector del devanado) en los devanados del motor. Consulte también el apartado 2.1.

La carga pico de la temperatura del devanado no debe superar los 135 °C y las condiciones estables de la temperatura del devanado no deben superar los 125 °C. Encontrará información específica en algunos modelos especiales en la compilación de hojas de datos técnicos.

2.4  
Tacos de goma

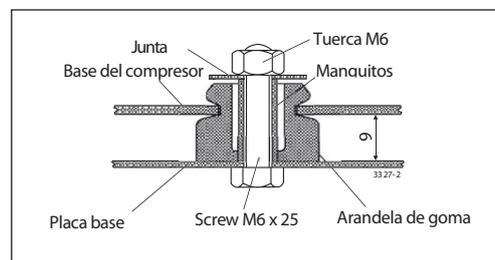
Coloque el compresor sobre una placa base hasta que quede instalado.

Así evitará el riesgo de manchar de aceite el interior de los conectores, lo que conlleva problemas de soldadura.

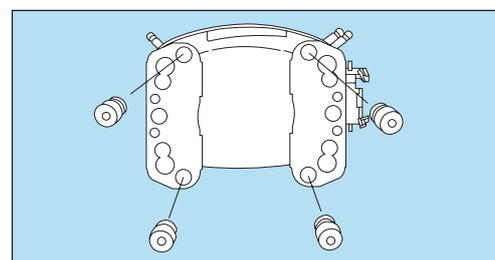
Coloque el compresor apoyado lateralmente con los conectores apuntando hacia arriba y luego acople los tacos de goma y los manguitos de sobre la placa base del compresor.

No coloque el compresor boca abajo.

Monte el compresor sobre la placa base del equipo.



Am0\_0026



Am0\_0027

2.5  
*Temperatura ambiente mínima*

Permita que el compresor alcance una temperatura por encima de los 10 °C antes de arrancar por primera vez para evitar problemas en el arranque.

**3.0  
Localización de averías**

Si el compresor no funciona esto puede deberse a muchas causas. Antes de sustituir el compresor debe asegurarse de que presenta una avería.

Para agilizar la localización de averías consulte el apartado "Localización de averías".

3.1  
*Desconexión por la actuación del protector del devanado*

Si el protector del devanado se desconecta mientras el compresor está frío el rearme del protector tardará unos 5 minutos aproximadamente.

Si el protector del devanado se desconecta mientras el compresor está caliente (carcasa del compresor por encima de los 80 °C) aumentará el tiempo de rearme. El rearme puede demorarse hasta unos 45 minutos aproximadamente.

3.2  
*Interacción del PTC y el protector*

La unidad de arranque PTC requiere un tiempo de enfriado de 5 minutos antes de poder volver a arrancar el compresor con un par de arranque completo.

El PTC no podrá actuar en toda su capacidad durante los primeros rearmes del protector, ya que éstos no permiten que tenga lugar la igualación de la presión.

Si se producen cortes de alimentación breves, no lo suficientemente largos como para permitir que el PTC se enfrie, pueden producirse fallos en el arranque que pueden tener hasta 1 hora de duración.

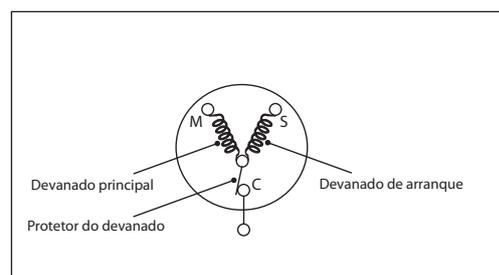
Así, el protector se dispara hasta que el tiempo de rearme dure lo suficiente.

Este estado de desacompañamiento puede resolverse desconectando el equipo de 5 a 10 minutos generalmente.

3.3  
*Comprobación del protector y la resistencia del devanado*

Si se avería el compresor se realiza una comprobación midiendo la resistencia directamente en la entrada de corriente para ver si el defecto se debe a daños en el motor o si simplemente se debe a un corte temporal del protector del devanado.

Si las mediciones de resistencia indican una conexión a través de los devanados del motor desde el punto M al S de la entrada de corriente pero, sin embargo, hay un circuito roto entre los puntos M y C y S y C, esto indica que el protector del devanado está desconectado. Por lo tanto, espere hasta el rearme.



Am0\_0028

**4.0  
Apertura del circuito de refrigerante**

Nunca abra un sistema de refrigeración antes de contar con todos los componentes de reparación.

Equipe una válvula de servicio en la instalación y recoja el refrigerante correctamente.

El compresor, el secador y otros componentes del sistema deben sellarse hasta que se establezca un sistema continuo.

Si el refrigerante es inflamable, éste puede eliminarse en el exterior al aire libre a través de una manguera si la cantidad es muy reducida.

Cuando abra una instalación averiada debe utilizar distintos métodos, dependiendo del refrigerante utilizado.

Luego enjuague la instalación con nitrógeno seco.

4.1 Refrigerantes inflamables

El R600a y R290 son hidrocarburos. Estos refrigerantes son inflamables y sólo pueden utilizarse en equipos que cumplan los requisitos establecidos en la última versión revisada de la norma EN/IEC 60335-2-24. (Para cubrir un posible riesgo originado del uso de refrigerantes inflamables).

Por tanto, el R600a y R290 sólo pueden utilizarse en electrodomésticos diseñados para este tipo de refrigerante y deben cumplir la norma arriba mencionada. Los tipos de refrigerante R600a y R290 son más pesados que el aire y la concentración será siempre mayor en el suelo. Los límites de inflamabilidad son aproximadamente los siguientes:

Refrigerante	R600a	R290
Límite mínimo admisible	1,5% a un vol. de (38 g/m <sup>3</sup> )	2,1% a un vol. de (39 g/m <sup>3</sup> )
Límite máximo admisible	8,5% a un vol. de (203 g/m <sup>3</sup> )	9,5% a un vol. de (177 g/m <sup>3</sup> )
Temperatura de ignición	460°C	470°C

Para llevar a cabo el mantenimiento y reparación de los sistemas R600a y R290 el personal de servicio técnico debe estar debidamente formado para poder manipular refrigerantes inflamables.

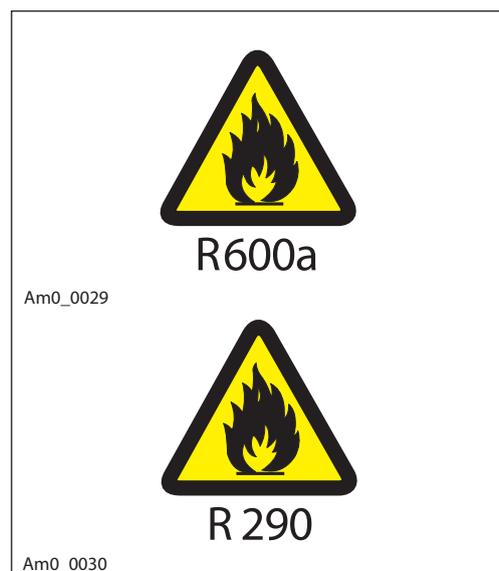
Esto incluye estar en posesión de conocimientos sobre herramientas, transporte del compresor y del refrigerante y la normativa relevante y medidas de seguridad durante la realización del mantenimiento y la reparación.

No encienda llamas abiertas cuando trabaje con los refrigerantes R600a y R290.

Los compresores Danfoss para refrigerantes R600a y R290 presentan una etiqueta de advertencia amarilla.

Los compresores pequeños, de tipo T y N son del tipo LST. Estos requieren a menudo instalar un temporizador para asegurar que se cumpla el tiempo de igualación de presión suficiente.

Para obtener información detallada consulte el apartado "Aplicación práctica del refrigerante R290 propano en equipos herméticos pequeños".



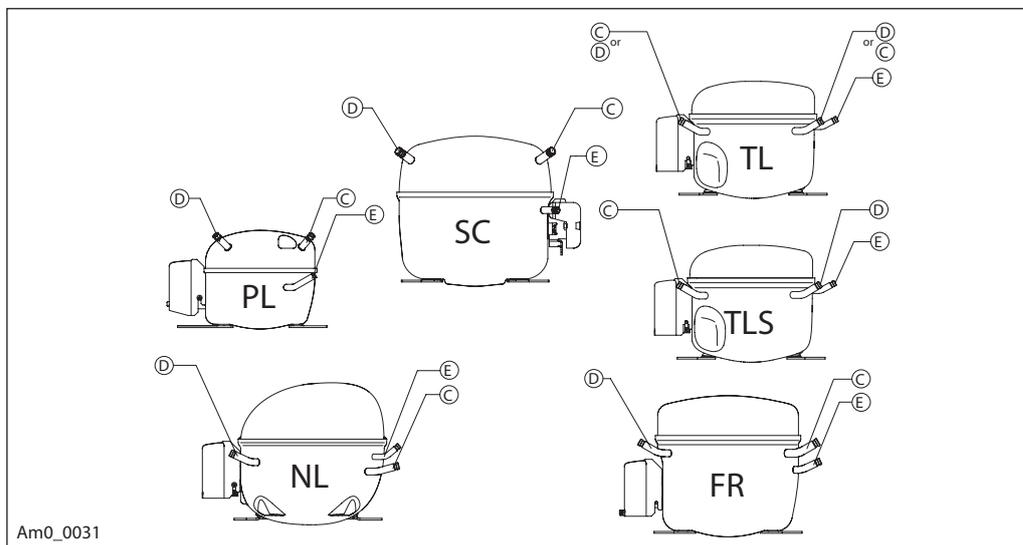
5.0 Montaje

Los problemas de soldadura causados por la penetración de aceite en los conectores pueden evitarse colocando el compresor sobre su placa base antes de soldarlo a la instalación.

Nunca debe colocar el compresor boca abajo. El equipo debe permanecer cerrado durante 15 minutos para evitar la penetración de humedad y suciedad.

5.1 Conectores

Las posiciones de los conectores aparecen indicadas en los dibujos. "C" significa aspiración y debe conectarse siempre a la línea de aspiración. "E" significa descarga y debe conectarse siempre a la línea de descarga. "D" significa proceso y se utiliza para servicio (mantenimiento y otras funciones).



5.1  
Conectores (cont.)

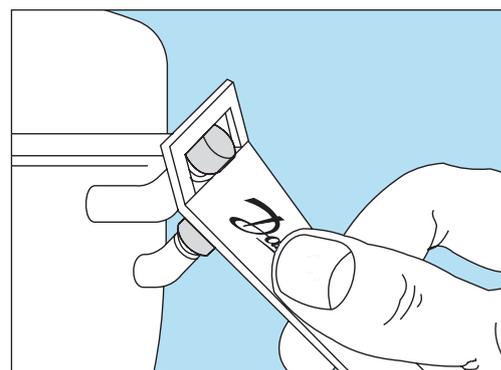
La mayoría de los compresores Danfoss están equipados con conectores de tubo para tubos de acero con revestimiento de cobre de pared gruesa, cuya soldabilidad es equiparable a la de los conectores de cobre convencionales.

Los conectores van soldados a la carcasa del compresor y las soldaduras no pueden sufrir daños por sobrecalentamiento durante la soldadura.

Los conectores presentan un sello de tapa de aluminio (capsolut) que les proporciona un sellado estanco. Este sellado asegura que los compresores no se abran tras abandonar la línea de producción de la fábrica de Danfoss. Además de ello, este sellado permite prescindir de la carga protectora de nitrógeno.

Los capsoluts pueden quitarse fácilmente con unas tenazas comunes o una herramienta especial como se muestra en la ilustración. Una vez extraídos, los capsoluts no pueden volver a montarse. Cuando se extraen los dispositivos de sellado de los conectores del compresor éste debe montarse en la instalación en 15 minutos a más tardar, para evitar la penetración de humedad y suciedad.

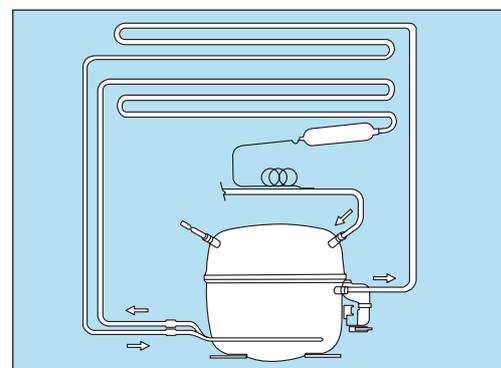
Los dispositivos de sellado capsolut de los conectores nunca deben dejarse abandonados u olvidados en la instalación montada.



Am0\_0032

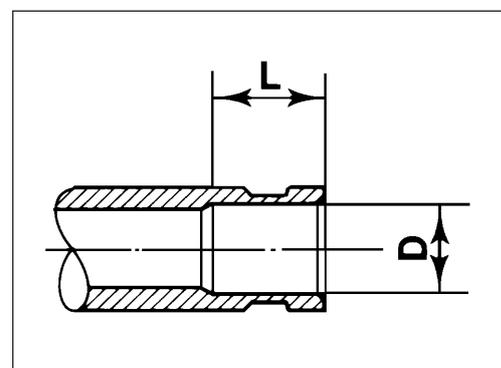
Los refrigeradores de aceite, si están montados (compresores desde 7 cm<sup>3</sup> de desplazamiento), constan de tubos de cobre y los conectores de tubo están sellados con tapones de goma. Debe intercalarse un serpentín enfriador de aceite en el circuito del condensador.

Los compresores dobles SC deben llevar equipada una válvula antirretorno en la línea de descarga al compresor N° 2. Si se desea modificar la secuencia de arranque del compresor n° 1 al n° 2 o viceversa, debe colocarse una válvula antirretorno en las dos líneas de descarga.



Am0\_0033

Para lograr unas condiciones óptimas de soldadura y minimizar el consumo de material para la misma, todos los conectores de tubo de los compresores Danfoss tienen rebordes, como se muestra.



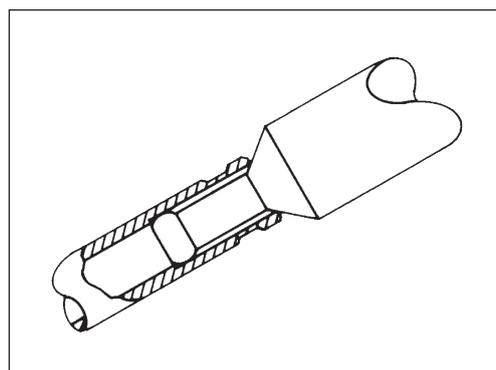
Am0\_0034

**5.2**  
*Desplazamiento de los conectores hacia fuera*

Es posible extender los adaptadores con diámetros interiores de 6,2 a 6,5 mm que sean adecuados para un tubo de 1/4" (6,35 mm), no obstante, le advertimos que no debe extender los adaptadores más de 0,3 mm hacia fuera.

Cuando extienda los adaptadores deberá disponer de una fuerza contraria de resistencia adecuada en los adaptadores para que no se rompan.

Otra solución distinta ante este problema sería reducir el diámetro del extremo del tubo de unión utilizando unas tenazas especiales.

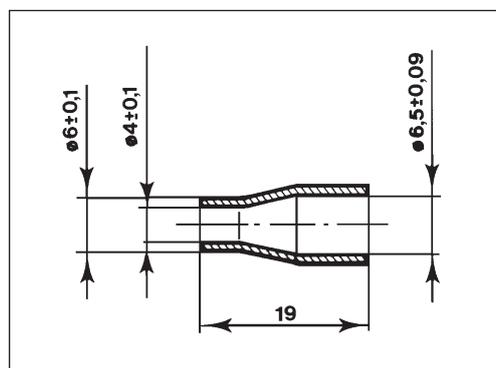


Am0\_0035

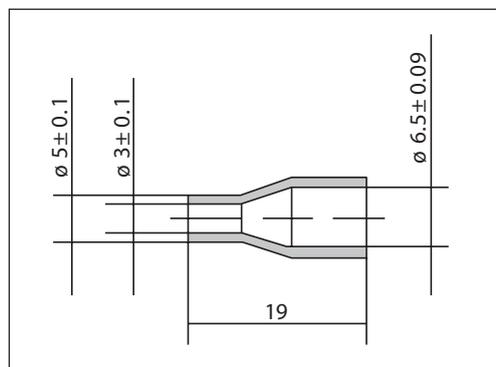
**5.3**  
*Adaptadores de tubo*

En lugar de desplazar hacia fuera los conectores o reducir el diámetro del tubo de unión pueden utilizarse adaptadores de cobre para el mantenimiento. Puede utilizarse un tubo adaptador de 6 a 6,5 mm cuando un compresor con conectores milimétricos (de 6,2 mm) debe conectarse a un sistema de refrigeración con tubos de 1/4" (6,35 mm).

Puede utilizarse un tubo adaptador de 5 a 6,5 mm cuando un compresor con conector de descarga de 5 mm debe conectarse a un tubo de 1/4" (6,35 mm).



Am0\_0036



Am0\_0037

**5.4**  
*Soldaduras*

Para soldar los conectores y los tubos de cobre pueden utilizarse soldaduras que contengan un bajo porcentaje de plata de hasta un 2%. Esto significa que también pueden utilizarse las llamadas soldaduras de fósforo cuando el tubo de unión es de cobre.

Si el tubo de unión es de acero se requiere una soldadura con un alto contenido en plata que no contenga fósforo y cuya temperatura en estado líquido sea inferior a 740 °C. Para este tipo de soldadura se necesita fundente.

5.4  
Soldadura

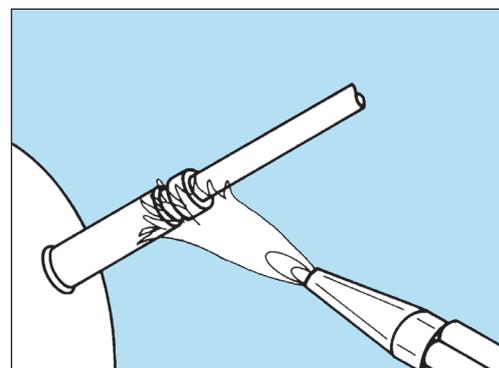
A continuación se proporcionan unas normas de soldaduras de uniones de acero, distintas a las proporcionadas para soldar uniones de cobre.

El sobrecalentamiento daña la superficie y, de este modo, disminuyen las posibilidades de obtener una soldadura de buena calidad.

Durante el calentamiento, la temperatura debe mantenerse lo más cerca posible del punto de fusión de la soldadura.

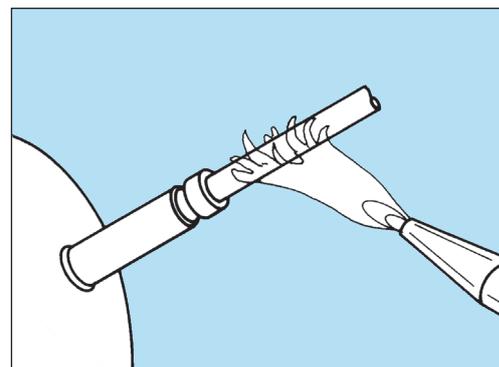
Utilice una llama del soplete "suave" cuando caliente la unión.

Distribuya la llama de este modo. Así, un 90% del calor se concentrará como mínimo alrededor del conector y un 10% aprox. alrededor del tubo de unión.



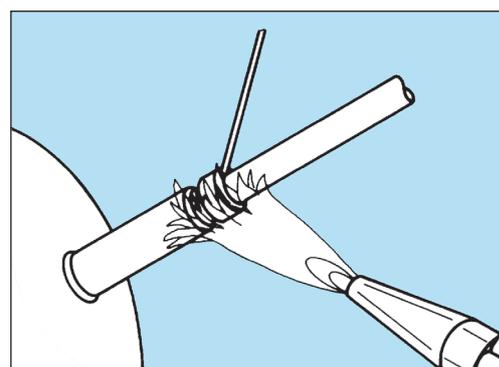
Am0\_0038

Cuando el conector se torna rojo-cereza (a 600 °C aprox.) aplique la llama al tubo de unión durante unos pocos segundos.



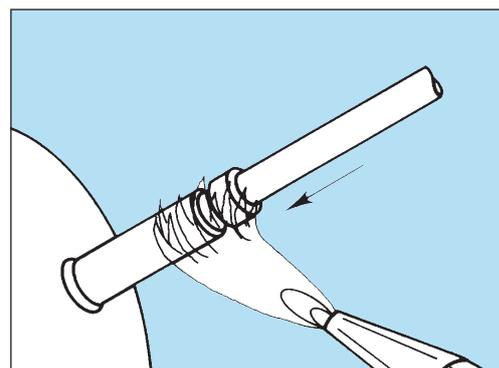
Am0\_0039

Siga calentando la unión con la llama "suave" y aplique la soldadura.



Am0\_0040

Arrastre la soldadura hacia abajo hasta el orificio de soldadura desplazando la llama hacia el compresor y luego retire la llama completamente.



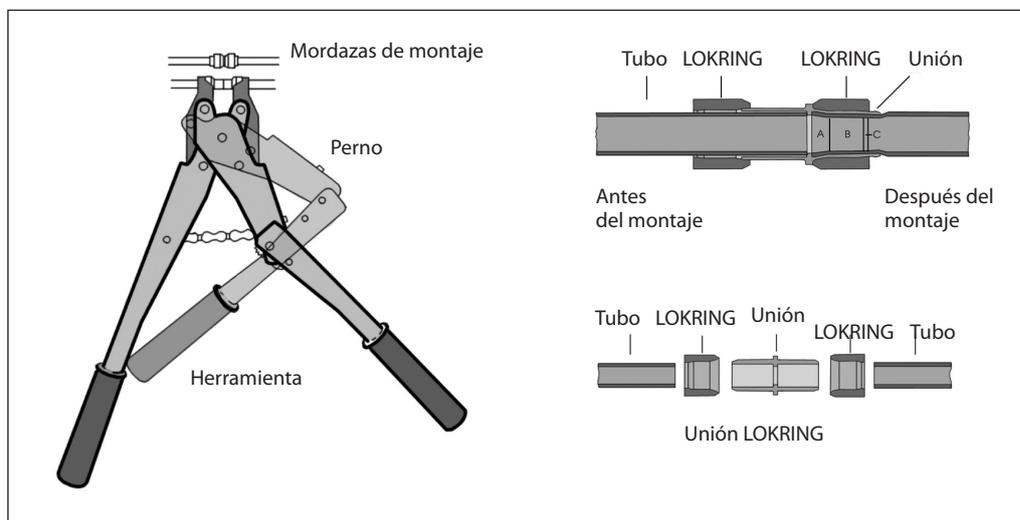
Am0\_0041

5.6  
Uniones Lokring

No debe realizar trabajos de soldadura en las instalaciones que contengan refrigerantes inflamables R600a o R290. En estos casos puede utilizarse una unión Lokring.

En los sistemas de nueva fabricación pueden realizarse las soldaduras necesarias, siempre que no se hayan cargado con refrigerante inflamable.

Los sistemas con carga nunca deben abrirse utilizando la llama. Los compresores de instalaciones o equipos cargados con refrigerante inflamable deben purgarse para extraer del aceite los residuos de refrigerante.



Am0\_0042

5.7  
Filtros secadores

Los compresores Danfoss están previstos para su uso en equipos de refrigeración bien dimensionados, que incluyen un filtro secador con la cantidad, el tipo de desecante y de la calidad adecuada.

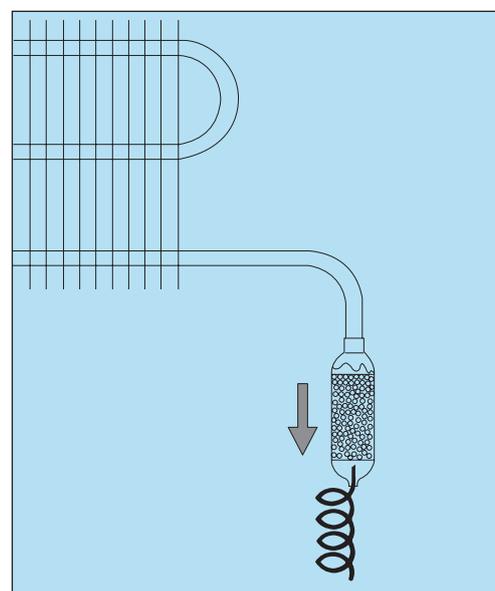
El contenido de humedad que debe haber en los equipos de refrigeración es de 10 ppm y el límite máximo admisible es de 20 ppm.

El filtro secador debe colocarse de forma que la dirección del flujo de refrigerante siga la fuerza gravitatoria.

Así se impide que las partículas del interior del filtro (tamiz molecular) se suelten y que el polvo generado bloquee la entrada del tubo capilar. En las instalaciones con tubo capilar esto asegura asimismo un tiempo mínimo para la igualación de la presión.

Especialmente los filtros secadores tipo lápiz deben elegirse con cuidado para asegurar una calidad adecuada. En equipos portátiles sólo deben utilizarse los secadores autorizados para su uso portátil.

Siempre debe instalarse un nuevo filtro secador después de haber abierto una instalación de refrigeración.



Am0\_0043

**5.8**  
*Filtros secadores y refrigerantes*

El agua tiene un tamaño molecular de 2,8 Ångström. Por tanto, los filtros moleculares con un tamaño de poro de 3 Ångström son adecuados para los refrigerantes generalmente utilizados.

Los filtros moleculares de tamaño de poro de 3 Ångström están disponibles en los siguientes distribuidores:

UOP Molecular Sieve Division (antigua Union Carbide) 25 East Algonquin Road, Des Plaines Illinois 60017-5017, Estados Unidos	4A-XH6	4A-XH7	4A-XH9
R12, R22, R502	x	x	x
R134a		x	x
Mezclas CFC/HCFC			x
R290, R600a		x	x

Grace Davison Chemical W.R.Grace & Co, P.O.Box 2117, Baltimore Maryland 212203 Estados Unidos		"574"	"594"
R12, R22, R502		x	x
R134a		x	x
Mezclas CFC/HCFC			x
R290, R600a			x

CECA S.A La Defense 2, Cedex 54, 92062 Paris-La Defense Francia		NL30R	Siliporite H3R
R12, R22, R502		x	x
R134a		x	x
Mezclas CFC/HCFC			x
R290, R600a			x

Se recomienda utilizar filtros secadores para la siguiente cantidad de desecante.

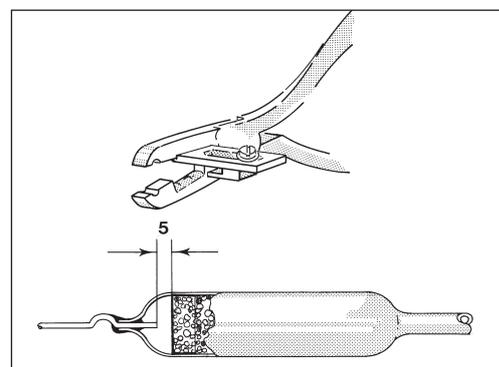
Compresor	Secador
PL y TL	6 gramos o más
FR y NL	10 gramos o más
SC	15 gramos o más

En equipos comerciales se utilizan a menudo filtros secadores de núcleo sólido. Estos deben utilizarse para los refrigerantes conforme a las instrucciones del fabricante. Si se necesita un filtro antiácidos para realizar una reparación póngase en contacto con el distribuidor para obtener información detallada al respecto.

**5.9**  
*Tubo capilar en el filtro secador*

Preste especial atención al soldar el tubo capilar. Cuando monte el tubo capilar no debe presionar demasiado sobre el filtro secador tocando el disco del filtro y causando un bloqueo o un estrangulamiento. Si, por otro lado, el tubo está sólo parcialmente insertado en el filtro secador pueden producirse bloqueos durante la soldadura.

Este problema puede evitarse efectuando un "tope" en el tubo capilar mediante unas tenazas especiales, como se muestra en la ilustración



Am0\_0044

**6.0 Equipamiento eléctrico**

Para obtener información acerca de los dispositivos de arranque adecuados consulte las hojas de datos técnicos del compresor. Nunca utilice un dispositivo de arranque de un compresor antiguo, ya que esto podría provocar fallos en el compresor.

de seguridad, el compresor siempre debe conectarse a tierra o protegerse adicionalmente de otro modo. Mantenga el equipo eléctrico fuera del alcance del material inflamable.

No debe intentar arrancar el compresor sin el equipo de arranque completo. Por motivos

El compresor no debe arrancar en vacío.

**6.1 Dispositivo de arranque LST**

*Compresores con protector interno del motor.* Los dibujos que aparecen a continuación muestran tres tipos de dispositivos con dispositivo de arranque PTC.

Algunos compresores optimizados energéticamente llevan un condensador conectado entre los terminales N y S para reducir el consumo.

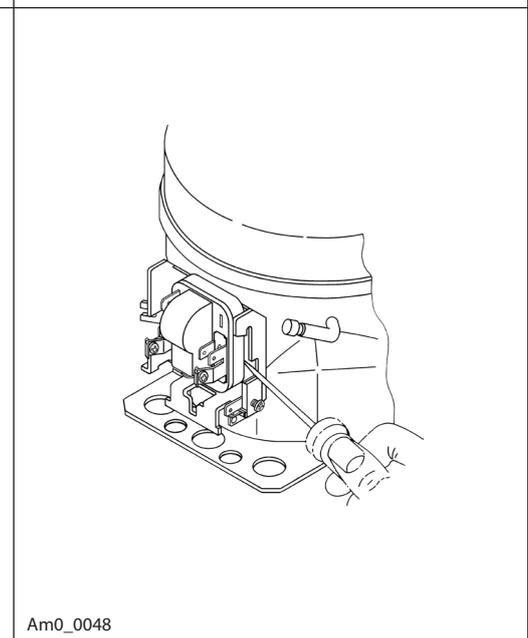
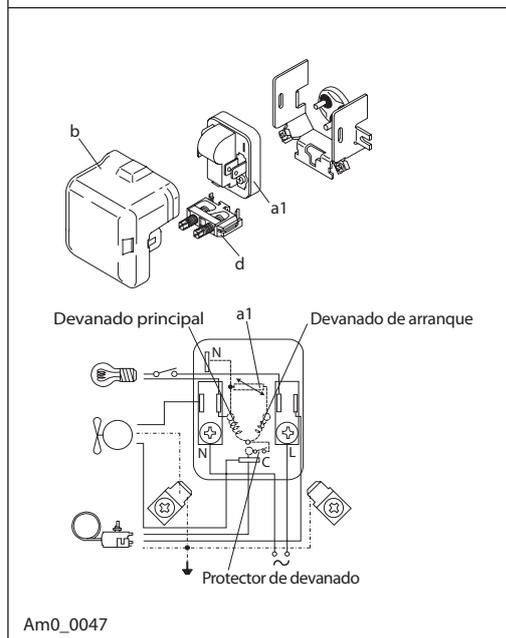
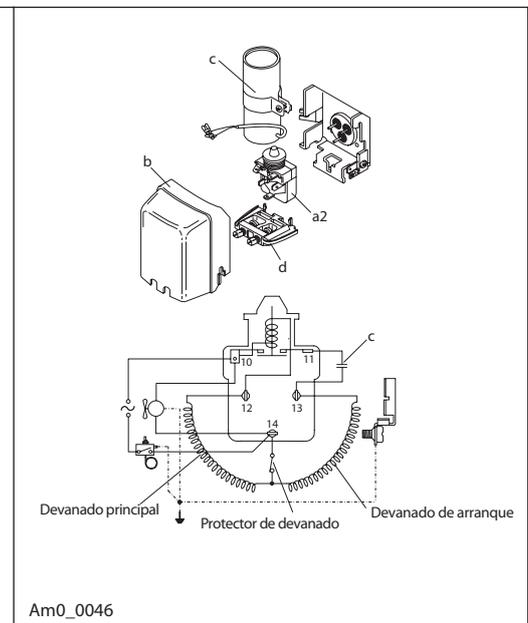
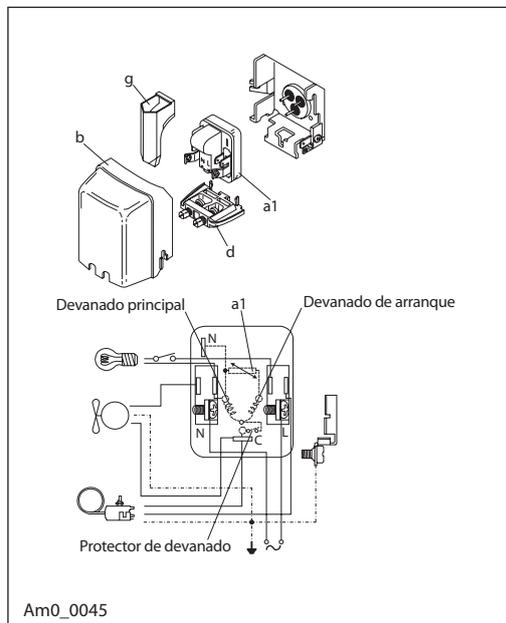
Monte el dispositivo de arranque en la entrada de alimentación del compresor.

La presión debe aplicarse al centro del dispositivo de arranque durante el desmontaje para que los clips no se deformen.

La presión debe aplicarse al centro del dispositivo de arranque para que los clips no se deformen.

Coloque la tapa en el dispositivo de arranque y atornillela al soporte.

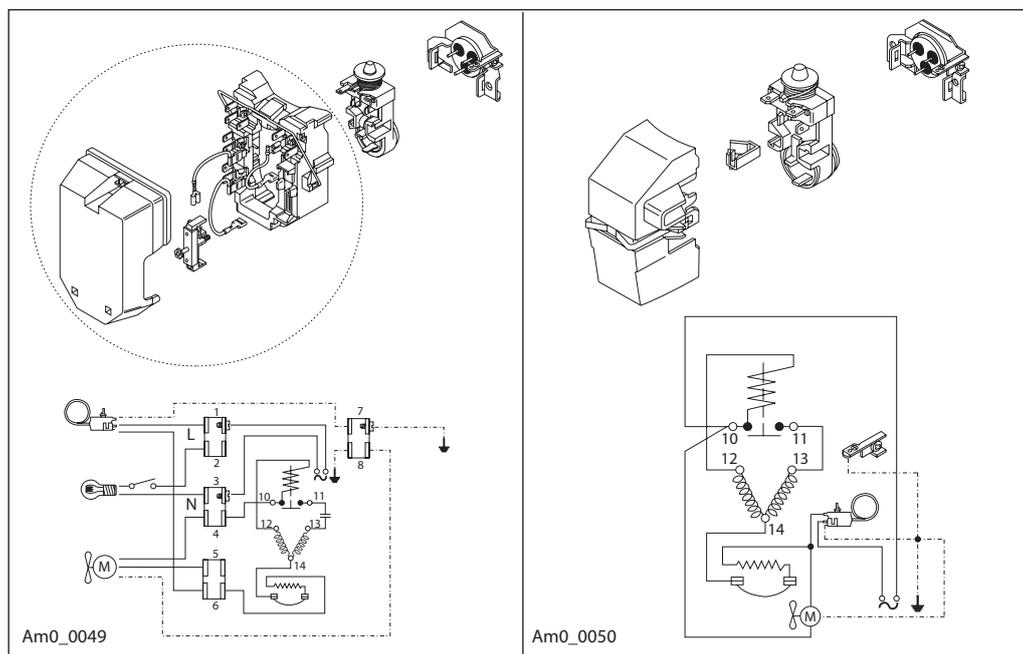
Monte el sujetacable en el soporte bajo el dispositivo de arranque.



6.1  
Dispositivo de arranque LST  
(cont.)

Compresores con protector externo del motor.  
El dibujo que se muestra a continuación muestra el equipo con relé y protector del motor.

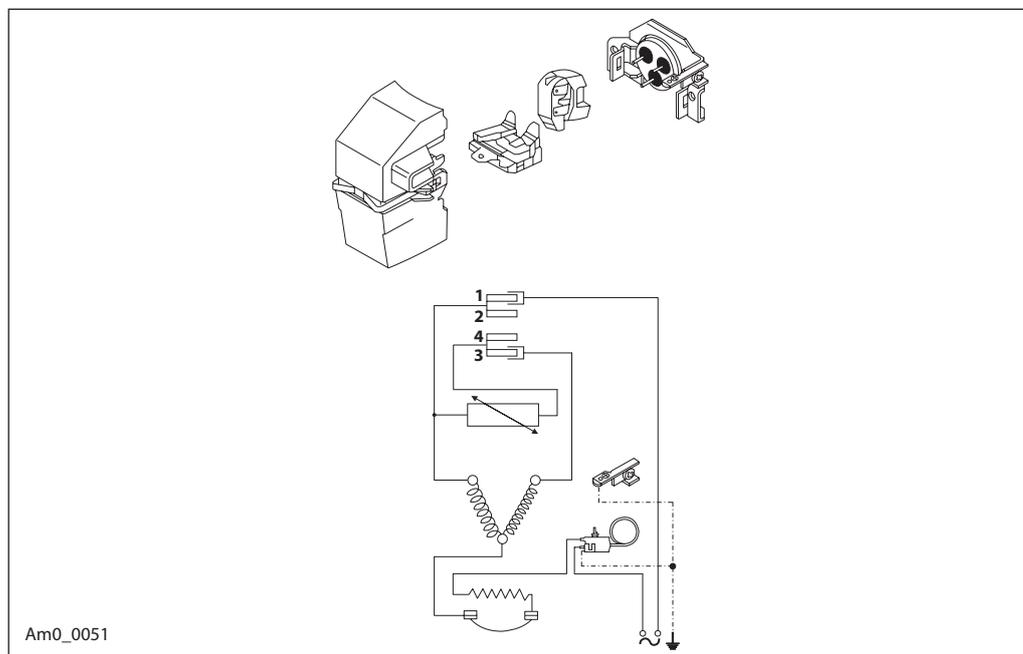
El relé puede montarse asimismo aplicando presión en su centro.  
La tapa está fijada mediante una abrazadera.



El dibujo que se muestra a continuación muestra el equipo con un protector PTC y protector externo.

La tapa está fijada mediante una abrazadera.  
No hay sujetacables disponible para este equipo.

El protector está colocado en el pin del terminal inferior y el PTC sobre el 2 en la parte superior.



6.2  
Equipo de arranque HST

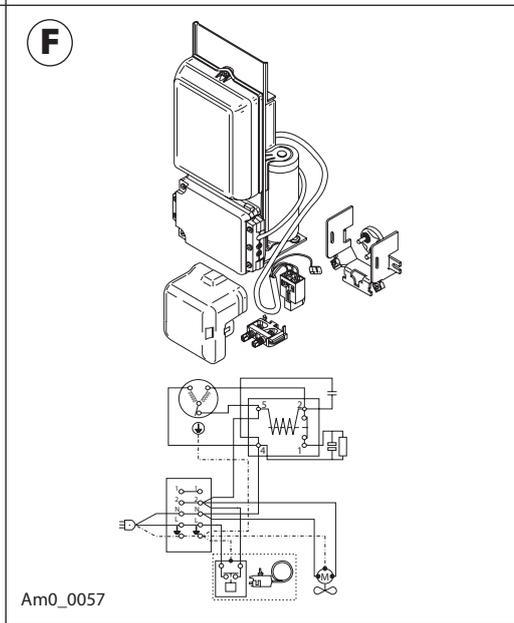
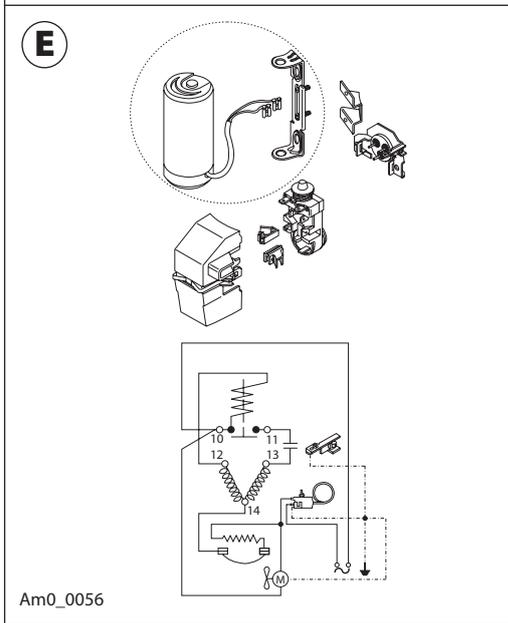
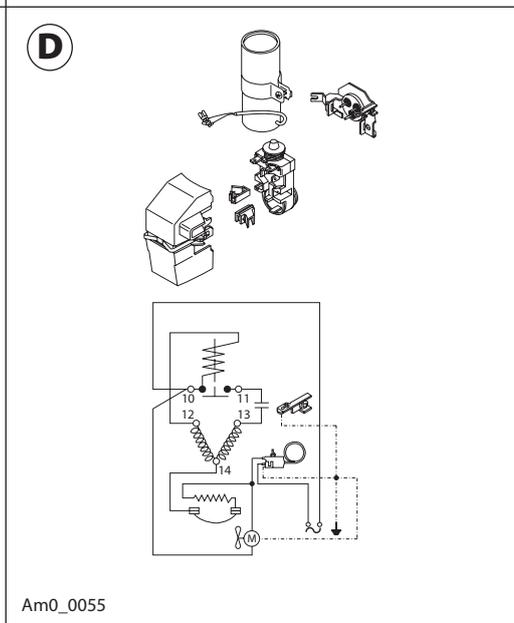
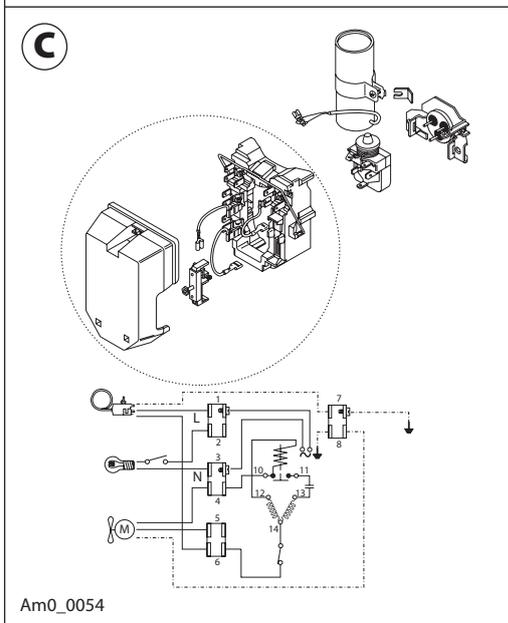
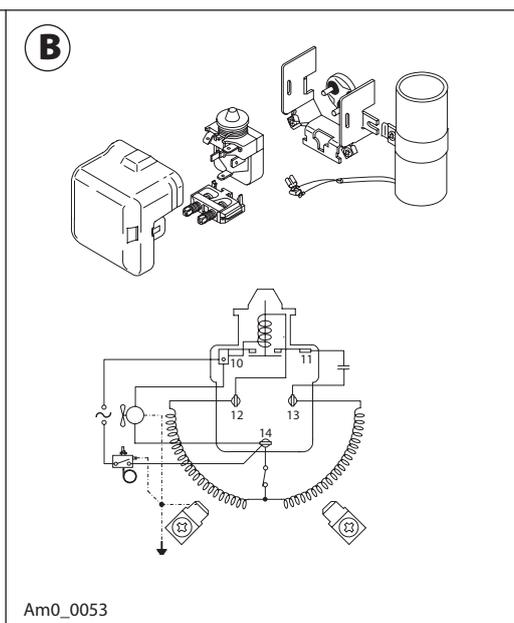
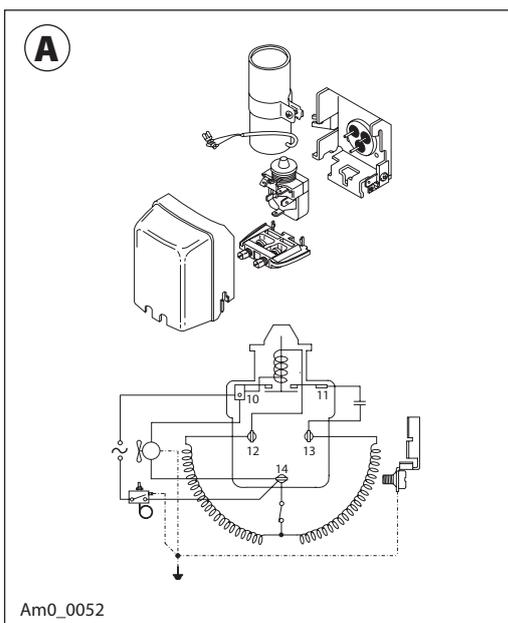
Los siguientes dibujos muestran tres tipos de dispositivos con relé y condensador de arranque.

Monte el prensacable en el soporte bajo el relé de arranque. (sólo figs. A y B).

Monte el relé de arranque en la entrada de alimentación del compresor. Aplique presión al centro del relé de arranque para evitar la deformación de los clips. Fije el condensador de arranque en el soporte sobre el compresor.

Coloque la tapa en el relé de arranque y atorníllela al soporte o bloquéela alineándola a la abrazadera de bloqueo o a los ganchos integrados.

6.2  
Equipo de arranque HST (cont.)



6.3  
Equipo de arranque HST CSR

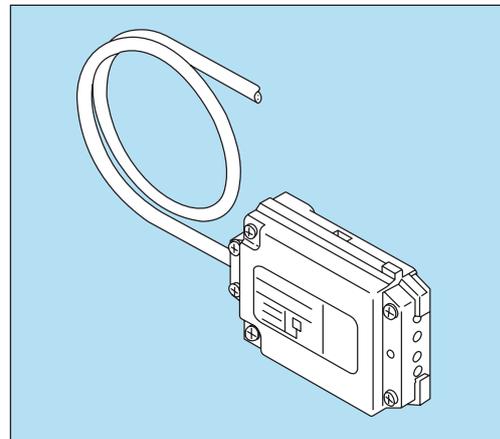
Monte la caja de terminales en la entrada de alimentación. Tenga presente que los cables deben estar colocados mirando hacia arriba. Monte el sujetacable en el soporte bajo la caja de terminales. Coloque la tapa. (Véase fig. F).

6.4  
Equipo para compresores en tándem SC

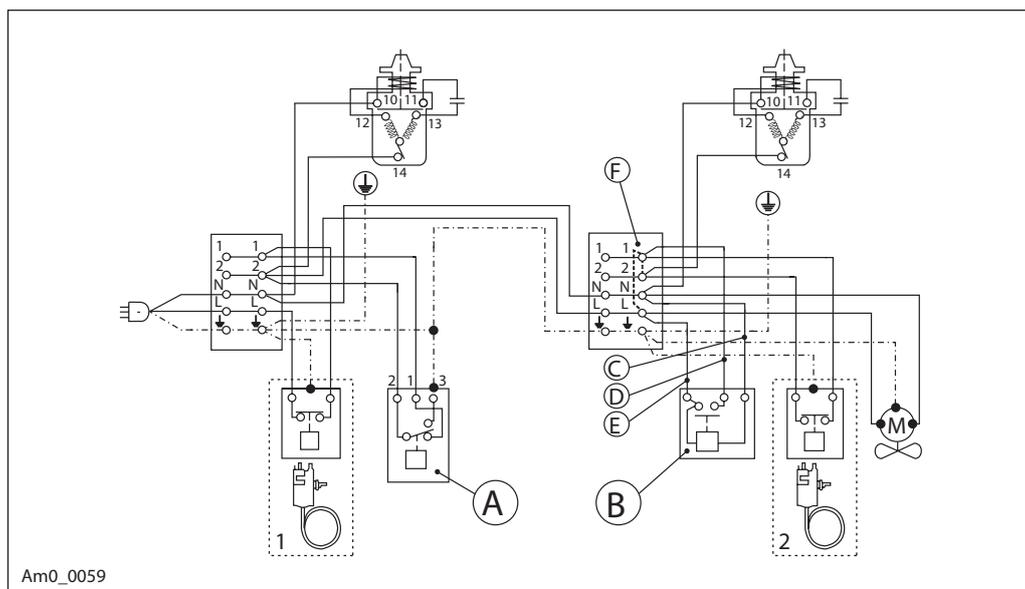
Se recomienda utilizar un temporizador (p.ej. Danfoss 117N0001) para arrancar la segunda parte (15 segundos de retardo).

Si se emplea un temporizador debe desconectarse el conector entre L y 1 de la placa de terminales de la caja de bornes del compresor nº 2.

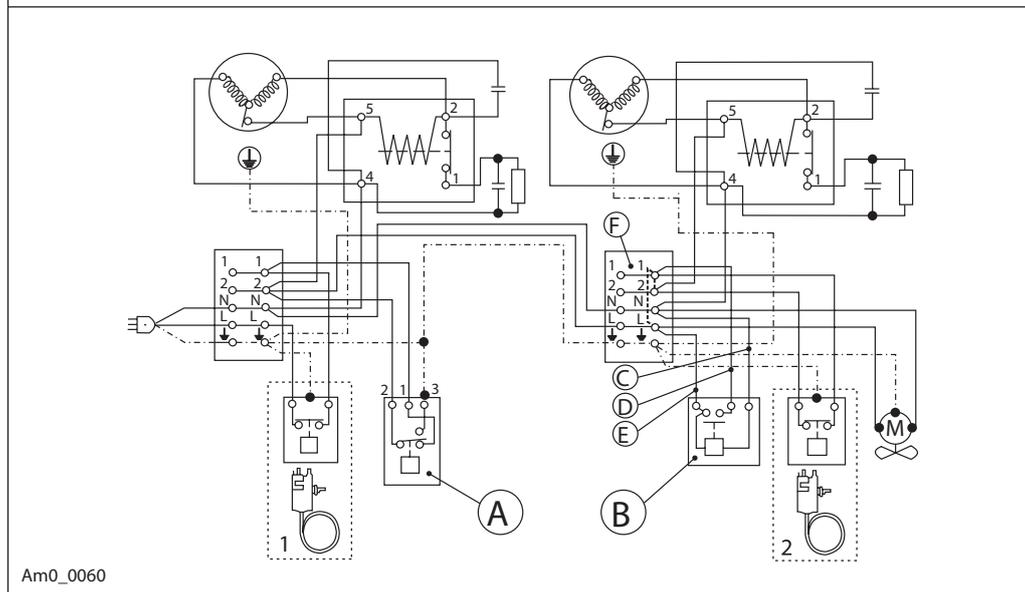
Si se utiliza un termostato para el control de capacidad debe desconectarse el conector de la placa de terminales entre 1 y 2.



Am0\_0058



Am0\_0059



Am0\_0060

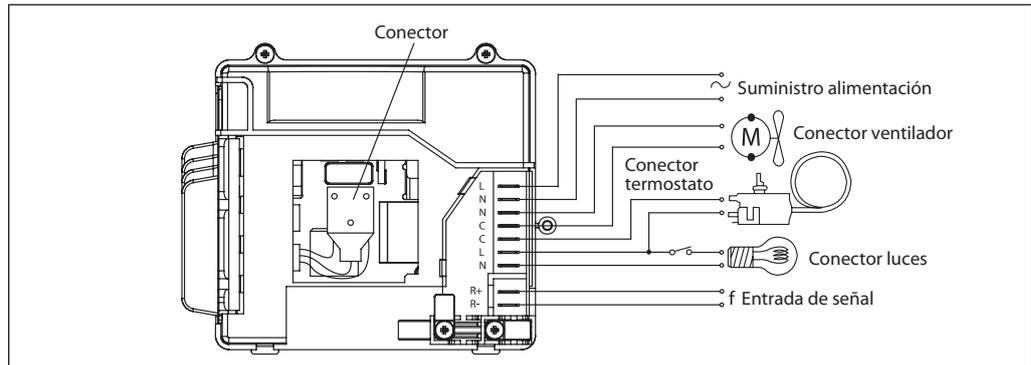
- A: Presostato de seguridad
- B: Relé de retardo temporal
- C: Azul
- D: Negro
- E: Marrón
- F: Extraer el cable L-1 si se emplea el retardo temporal  
Extraiga el cable 1-2 si se emplea el termostato 2

**6.5**  
*Unidad electrónica para compresores de velocidad variable*

La unidad electrónica proporciona compresores TLV y NLV con un par de arranque alto (HST), lo que significa que no es necesario realizar la igualación de presión en el sistema antes de cada arranque. El motor del compresor de velocidad variable está controlado electrónicamente. La unidad electrónica está equipada con una protección frente a sobrecarga integrada, así como con una protección térmica. En caso de activación de la protección, la unidad electrónica se protegerá a sí misma y al motor del compresor. Al activarse la protección, la unidad electrónica vuelve a

arrancar automáticamente el compresor después de un tiempo.

Los compresores están equipados con rotores de magnetización permanente (motor PM) y 3 devanados del estator idénticos. La unidad electrónica está montada directamente sobre el compresor y controla el motor de imán permanente. Si conecta el motor directamente a la toma de alimentación CA y se produce un fallo, los imanes resultarán dañados y ello reducirá drásticamente la eficiencia del equipo o incluso impedirá que funcione.

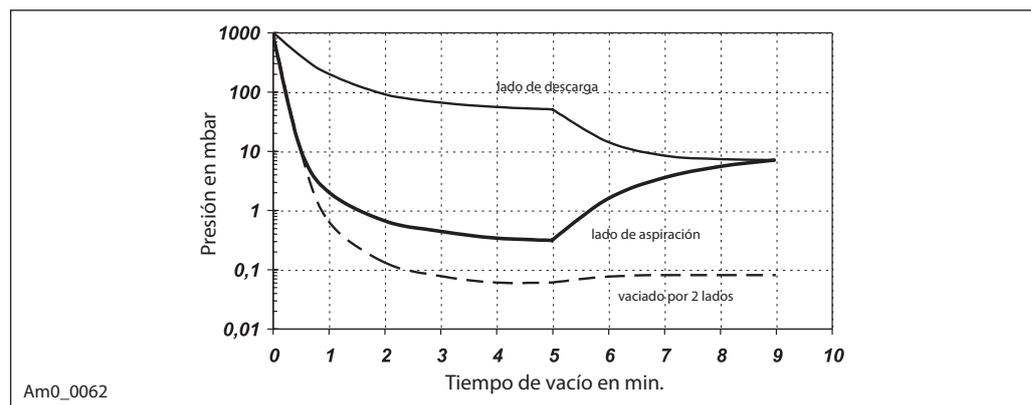


Am0\_0061

**7.0**  
**Vacío**

Después de realizar la soldadura comenzará la evacuación del circuito de refrigerante. Cuando se obtiene un vacío inferior a 1 mbar, la presión del sistema se iguala antes de la evacuación final y la carga de refrigerante. Si se ha realizado una prueba de presión justo antes de la evacuación, el proceso de vacío debe arrancar suavemente, con un volumen de bombeo bajo, para evitar fugas de aceite del compresor. Hay muchas opiniones acerca del modo en que el vacío puede realizarse del mejor modo. Dependiendo de las características del caudal del lado de aspiración y de descarga en el sistema de refrigeración, podría ser necesario elegir uno de los siguientes procedimientos de vacío. Vacío por un solo lado con vacío continua hasta alcanzar la suficiente baja presión en el condensador. Uno o más ciclos cortos de vacío con igualación de presión entre ellos. Vacío acío por dos lados con evacuación continua hasta alcanzar una presión lo suficientemente baja.

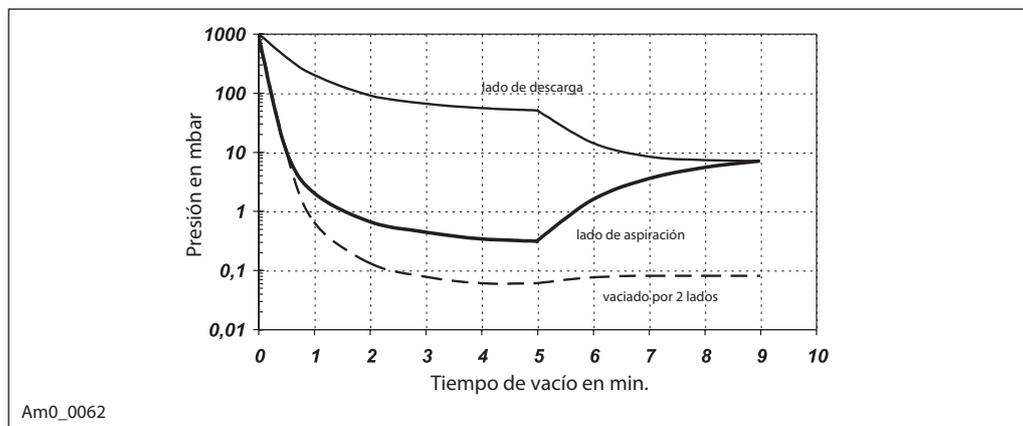
Estos procedimientos requieren generalmente una buena calidad uniforme (sequedad) de los componentes utilizados. El siguiente dibujo muestra la curva típica de un vacío unilateral desde el tubo de proceso del compresor. También muestra la diferencia de presión medida en el condensador. Esto puede evitarse aumentando el número de igualaciones de presión. La línea de puntos muestra un procedimiento en el que los dos lados son evacuados simultáneamente. Cuando el tiempo es limitado, el vacío final que se va a obtener sólo depende de la capacidad de la bomba de vacío y del contenido de elementos incondensables o de residuos de refrigerante en la carga de aceite. La ventaja del vacío por los dos lados es que permite al sistema alcanzar una presión considerablemente menor en un tiempo de proceso razonable. Esto implica que será posible realizar una prueba de fugas en el proceso para descartar fugas antes de cargar el refrigerante.



Am0\_0062

**7.0**  
**Vacío (cont.)**

El siguiente dibujo muestra un ejemplo del proceso de pre-evacuación con prueba de fugas incorporada. El nivel de vacío obtenido depende del proceso elegido. Se recomienda la evacuación por dos lados.



**7.1**  
**Bombas de vacío**

Cuando se utilizan refrigerantes inflamables R600a y R290 debe utilizarse una bomba de vacío apta para atmósferas explosivas.

Puede utilizarse la misma bomba de vacío para todos los refrigerantes si se carga con aceite éster.

**8.0**  
**Carga de refrigerante**

Cargue la instalación siempre con el tipo y cantidad de refrigerante recomendados por el fabricante. La mayoría de las veces la carga de refrigerante figura en la etiqueta de especificaciones técnicas del equipo.

La carga puede realizarse tomando como referencia el volumen o el peso. Utilice una mirilla de carga para realizar la carga tomando como referencia el volumen. Los refrigerantes inflamables deben cargarse tomando como referencia el peso.

**8.1**  
**Carga máxima de refrigerante**

Si se supera la carga máxima admisible de refrigerante, puede formarse espuma en el aceite del compresor después de un arranque en frío y las válvulas pueden resultar dañadas.

La carga de refrigerante nunca debe superar la capacidad del lado del condensador del sistema de refrigeración. Sólo debe cargarse la cantidad de refrigerante necesaria para que el sistema funcione.

Compresor	Carga máxima de refrigerante			
	R134a	R600a	R290	R404A
P	300 g	150 g		
T	400 g*	150 g	150 g	400 g
N	400 g*	150 g	150 g	400 g
F	900 g	150 g		850 g
SC	1300 g		150 g	1300 g
SC-Twin	2200 g			

\*) Modelos unitarios con límites máximos mayores disponibles. Consulte las hojas de datos técnicos.

**8.2**  
**Cierre del tubo de proceso**

Cuando se utilizan refrigerantes R600a y R290, el tubo de proceso puede cerrarse mediante una unión Lokring.

No se permite realizar soldaduras en los equipos que llevan carga de refrigerante inflamable.

**9.0  
Pruebas**

Las instalaciones de refrigeración herméticas deben ser estancas. Ya que un electrodoméstico ha de presentar una vida útil razonable, es necesario mantener las fugas por debajo de 1 gramo al año. Por ello es necesario disponer de un equipo de detección de fugas de alta calidad.

Debe realizar una detección de fugas en todas las conexiones utilizando un equipo de comprobación de fugas. Esto puede llevarse a cabo mediante un equipo electrónico de detección de fugas.

El lado de descarga de la instalación (desde el conector de descarga al condensador y al secador) debe comprobarse con el compresor en funcionamiento.

Compruebe el evaporador, la línea de aspiración y el compresor durante las paradas y eculice la presión.

Si utiliza el refrigerante R600a debe realizar una prueba de fugas con otros medios distintos al refrigerante, p.ej. con helio, ya que la presión de equilibrio de este refrigerante es baja, a menudo por debajo de la presión atmosférica con lo que las fugas no se detectarían.

**9.1  
Comprobación del equipo**

---

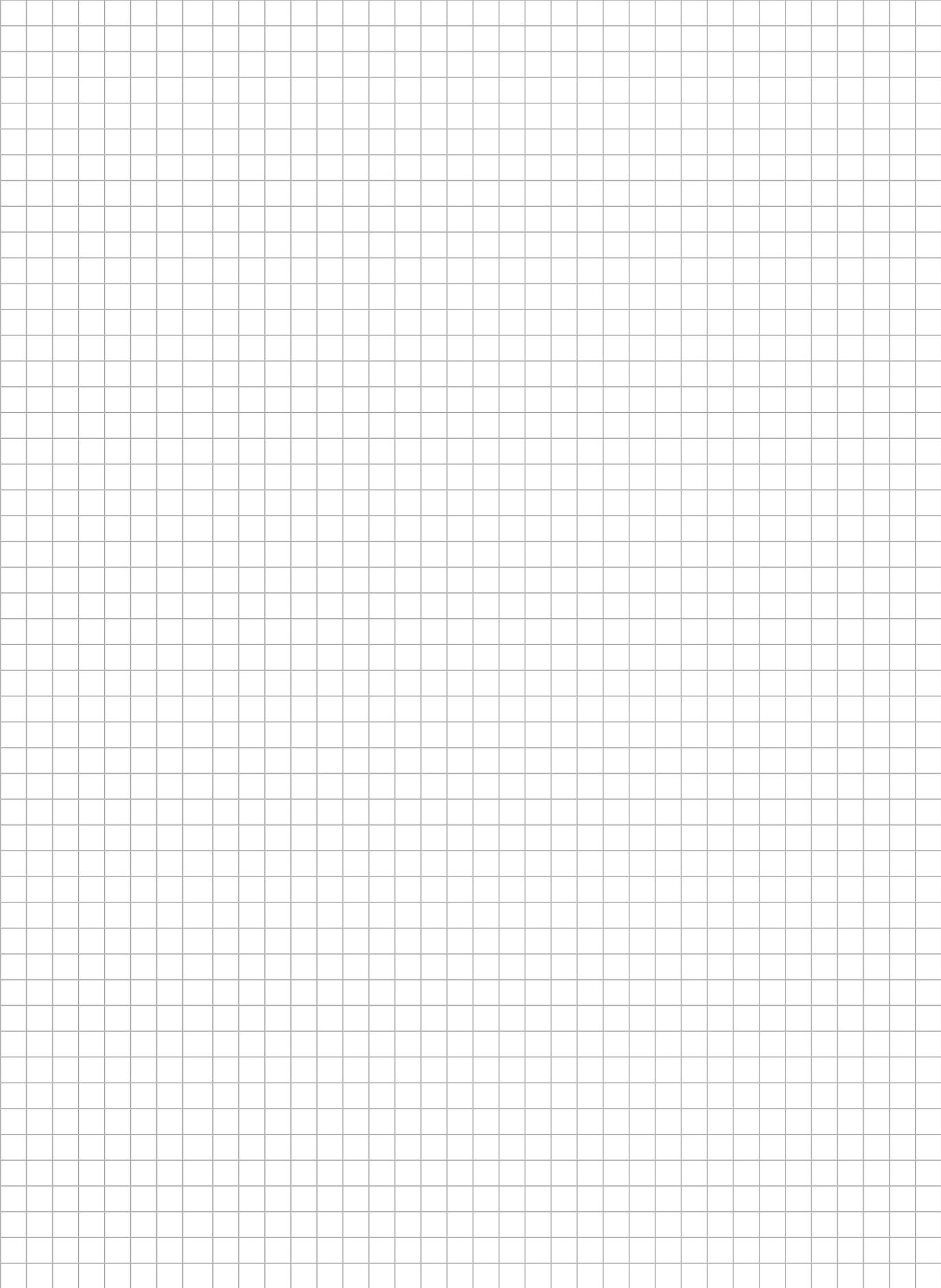
Antes de abandonar una instalación compruebe que se puede enfriar el evaporador y que el compresor funciona de forma satisfactoria en el termostato.

En los sistemas con tubo capilar como dispositivo reductor es importante comprobar que el sistema es capaz de igualar la presión durante los períodos de parada y que el compresor de par de arranque bajo es capaz de arrancar la instalación o el equipo sin que se dispare el protector del motor.

---

Índice	Página
Información general de operación de las unidades condensadoras Danfoss .....	83
Configuración del equipo .....	83
Suministro de alimentación y equipamiento eléctrico .....	83
Compresores herméticos .....	84
Unidades condensadoras y ventiladores .....	84
Válvulas de retención .....	84
Recipiente <i>Norma de recipientes a presión</i> .....	85
Caja de terminales	
Módulo de supervisión de presión .....	85
Ajustes .....	85
Carcasa de seguridad resistente a la intemperie .....	86
Montaje cuidadoso .....	86
Contaminación y partículas extrañas .....	86
Instalación de las tuberías .....	86
Esquema de tuberías de las unidades condensadoras con compresores monocilindro TL, FR, NL, SC y SC-TWIN) .....	86
Esquema de tuberías de las unidades condensadoras con compresor de pistón alternativo hermético Maneurop® de 1, 2 y 4 cilindros. ....	88
Prueba de fugas .....	88
Soldadura .....	89
Gas protector .....	89
Vacío y carga .....	90
Superar la capacidad máxima admisible de llenado operativo e instalación en exteriores .....	91
Parada por vacío o baja presión .....	93
Temperaturas máximas admisibles .....	94

# Notas



**Información general de operación de las unidades condensadoras Danfoss**

A continuación encontrará información general y consejos prácticos para el uso de las unidades condensadoras Danfoss. Toda la gama se suministra con compresores de pistón alternativos Danfoss integrados. Para ofrecer una visión general del programa, cada una de las subsecciones se divide por los modelos de compresores montados en las unidades condensadoras.

- Unidades condensadoras con compresores herméticos de un cilindro (modelos TL, FR, NL, SC y SC-TWIN).
- Unidades condensadoras con compresores de pistón alternativo de tipo MTZ, NTZ y MPZ y 1, 2 y 4 cilindros Maneurop®.



Am0\_0000

**Configuración del equipo**

Las unidades condensadoras Danfoss se suministran con un compresor y un condensador montados sobre rack o una placa base. Las cajas de terminales vienen precableadas. El kit incluye válvulas de retención, adaptadores de soldar, colectores, presostatos dobles y cables de alimentación con conectores de 3 pines conectados a tierra.

Consulte la documentación Danfoss correspondiente o el listado de precios actualizado para obtener información detallada y los números de código. La compañía distribuidora de Danfoss de su zona le ayudará gustosamente a elegir el producto más adecuado.

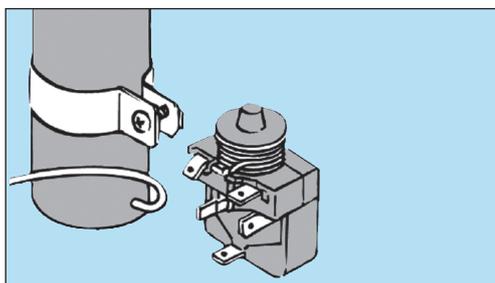
*Suministro de alimentación y equipamiento eléctrico*

- Unidades condensadoras con compresores de 1 cilindro (tipos TL, FR, NL, SC y SC-TWIN). Estas unidades condensadoras vienen equipadas con compresores herméticos y ventiladores para una alimentación de 230 V 1-, 50 Hz. Los compresores están equipados con un dispositivo de arranque HST que consta de un relé de arranque y un condensador de arranque. Los componentes también pueden suministrarse como piezas de repuesto. El condensador de arranque está diseñado para ciclos de activación cortos (1,7% ED). En la práctica, esto significa que los compresores pueden realizar hasta 10 arranques por hora con una duración de activación de 6 segundos.

- Unidades condensadoras con compresores de pistón alternativo de tipo MTZ y NTZ y 1, 2 y 4 cilindros Maneurop®.

Estas unidades condensadoras vienen equipadas con compresores herméticos y ventilador o ventiladores para distintas características de tensión:

- 400 V-3ph-50 Hz para compresor y ventilador/es.
- 400 V-3ph-50 Hz para compresor y 230V-1ph-50Hz para ventiladores (los condensadores de los ventiladores vienen incluidos en el interior de la caja de conexiones eléctricas).
- 230 V-3ph-50 Hz para compresor y 230 V-1ph-50 Hz para ventiladores (los condensadores de los ventiladores vienen incluidos en el interior de la caja de conexiones eléctricas).
- 230 V-1ph-50 Hz para el compresor (el dispositivo de arranque (condensadores, relé) viene incluido en la caja de conexiones eléctricas) y 230V-1ph-50Hz para ventiladores.



Am0\_0001

La corriente de arranque del compresor trifásico Maneurop® puede reducirse utilizando un dispositivo de arranque suave. El dispositivo de arranque suave CI-tronic™ de tipo MCI-C está recomendado para su uso con este tipo de compresores. La corriente de arranque puede disminuir hasta un 40%, dependiendo del modelo del compresor y del modelo del dispositivo de arranque suave utilizado. La carga mecánica que se produce al arranque también desciende, lo que aumenta la vida útil de los componentes internos.

Para obtener información detallada acerca del dispositivo de arranque suave MCI-C CI-tronic™, póngase en contacto con su distribuidor Danfoss más cercano.

El número de arranques del compresor está limitado a 12 por hora en condiciones normales. Se recomienda realizar una igualación de presión cuando se utiliza el MCI-C.

**Compresores herméticos**

Los **compresores herméticos, tipo TL, FR, NL, SC y SCTWIN** cuentan con un protector de devanado integrado. Cuando el protector está activado puede producirse un tiempo de desconexión de hasta 45 minutos, como resultado de la acumulación de calor en el motor.

Los **compresores Maneurop® MTZ y NTZ** están protegidos internamente mediante un protector bimetálico de detección de temperatura/intensidad, el cual detecta las intensidades de corriente de los devanados de arranque, así como la temperatura del devanado.

Los compresores trifásicos de pistón alternativo Maneurop® MTZ y NTZ están equipados con protección frente a sobrecorrientes y sobretensión debido a la protección interna del motor. La protección del motor está ubicada en el punto de la estrella de los devanados y abre las 3 fases simultáneamente mediante un disco bimetálico. Tras apagarse el compresor por la acción del disco bimetálico, la reactivación puede tardar hasta 3 horas.



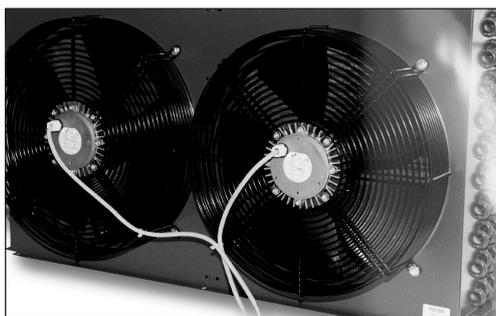
Am0\_0002

Si el motor no funciona, midiendo la resistencia es posible determinar si ello se debe al disparo del protector del devanado, que ha desconectado el motor, o si se debe a un posible devanado roto.

**Condensadores y ventiladores**

Los condensadores de alta eficiencia permiten un uso más amplio a elevadas temperaturas ambiente. Se emplean uno o dos motores de ventilador por condensador, dependiendo de la capacidad nominal.

Además, los ventiladores pueden equiparse, p.ej. con un regulador de velocidad Danfoss Saginomiya, modelo RGE ó XGE. Así conseguirá un adecuado control de la presión de condensación y reducirá el nivel de ruido. Los ventiladores están equipados con cojinetes autolubricados, lo que asegura muchos años de funcionamiento sin necesidad de mantenimiento.



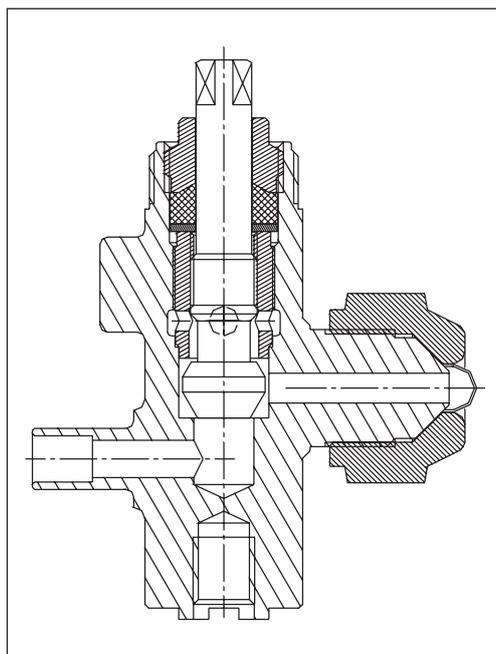
Am0\_0003

**Válvulas de cierre**

Las unidades condensadoras Danfoss vienen equipadas con válvulas de cierre en el lado de aspiración y en el de líquido.

Las **válvulas de cierre de las unidades condensadoras con compresores de 1 cilindro (modelos TL, FR, NL, SC y SCTWIN)** se cierran girando el husillo a derechas hacia la pieza soldada. Así abrirá el flujo entre la conexión para el manómetro y la conexión abocardada. Si gira el husillo a izquierdas hacia la válvula de cierre trasera, la conexión para el manómetro se cerrará. Así abrirá el flujo entre la conexión de soldadura y la conexión abocardada. En la posición central, el flujo pasa libre a través de las tres conexiones. Los adaptadores soldados adjuntos impiden las conexiones abocardadas y hacen el sistema hermético.

Las **válvulas de cierre de las unidades condensadoras con compresores de pistón alternativos Maneurop® MTZ y NTZ** van instaladas directamente en las conexiones Rotolock de aspiración y descarga del compresor y del recipiente. La válvula de aspiración está provista de tubos largos y rectos de forma que permite realizar conexiones de soldadura sin desmontar la válvula Rotolock™.



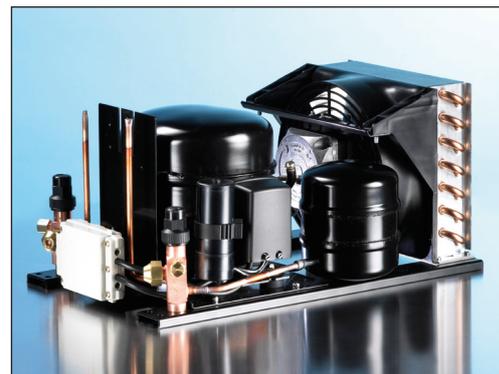
Am0\_0004

**Recipiente**

Norma de recipientes a presión

El recipiente de líquido viene de serie en los condensadores Danfoss para su uso con válvulas de expansión.

La válvula de expansión regula el nivel del recipiente (el flujo creciente o decreciente del refrigerante). Los recipientes a partir de una capacidad interior de 3 l. en adelante están equipados con una válvula Rotolock™.



Am0\_0005

**Caja de terminales**

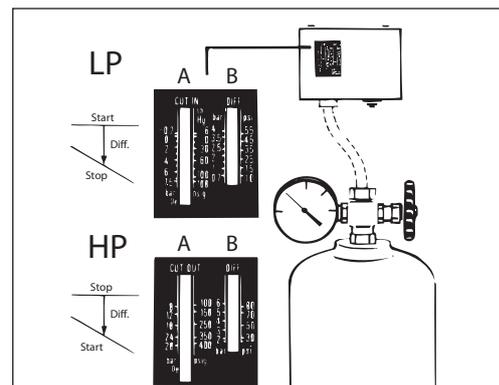
Las unidades condensadoras Danfoss vienen precableadas y equipadas con una caja de terminales. De este modo es posible equipar fácilmente el cableado de alimentación y otro tipo de cableado. La caja de terminales de las unidades con compresores Maneurop® está equipada con bloques de conectores atornillados para la

alimentación y los controles.

Las conexiones eléctricas de cada componente (compresor, ventilador(es), PTC, presostato) están centralizadas en esta caja. El diagrama de cableado figura en la tapa de la caja de conexiones eléctricas. Estas cajas de terminales presentan un tipo de protección de hasta IP 54.

**Módulo de supervisión de presión**

Las unidades condensadoras Danfoss pueden solicitarse con presostatos de seguridad KP 17 (W, B...). Las unidades condensadoras que no vienen equipadas con presostatos de fábrica deben equiparse con un presostato al menos en el lado del circuito de alta en sistemas con válvulas de expansión termostática de conformidad con la Norma Europea EN 378.



Am0\_0006

Se recomienda utilizar los siguientes ajustes:

Refrigerante	Circuito de baja presión		Circuito de alta presión	
	Conexión (bar)	Desconexión (bar)	Conexión (bar)	Desconexión (bar)
R407	2	1	21	25
R404A/R507 MBP	1.2	0.5	24	28
R404A/R507 LBP	1	0.1	24	28
R134a	1.2	0.4	14	18

**Ajustes**

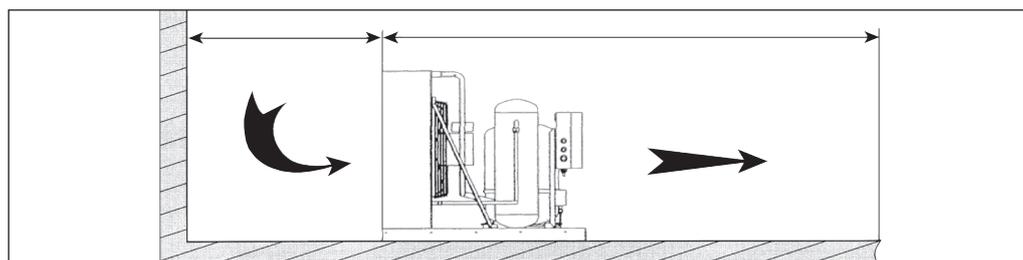
Las unidades condensadoras Danfoss deben instalarse en un lugar bien ventilado.

Asegúrese de que en el extremo de aspiración se dispone de suficiente aire fresco para el condensador.

Además, asegúrese de que el caudal de aire fresco y el aire de descarga no se entrecrucen.

El motor del ventilador está conectado de forma que el aire se absorba al interior pasando a través del condensador en la dirección del compresor.

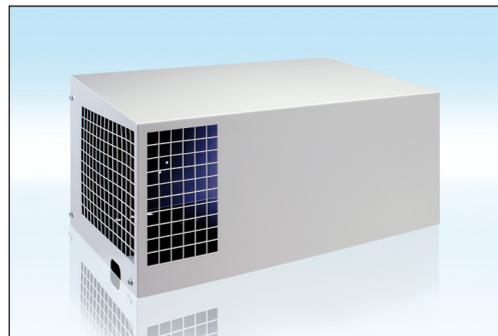
Para un funcionamiento óptimo del condensador, éste debe limpiarse periódicamente.



Am0\_0007

*Carcasa de seguridad resistente a la intemperie*

Las unidades condensadoras Danfoss instaladas en exteriores deben estar equipadas con un tejado protector o una carcasa resistente a la intemperie. El suministro incluye carcasas de alta calidad resistentes al agua. Los números de código figuran en el listado de precios actual. Alternativamente puede ponerse en contacto con su distribuidor Danfoss más cercano.



Am0\_0006

**Montaje cuidadoso**

Hay cada vez más instalaciones de refrigeración y aire acondicionado comerciales que se montan con unidades condensadoras equipadas con compresores herméticos.

La calidad de los trabajos de instalación y la alineación de este tipo de sistema de refrigeración deben cumplir altos niveles de perfección.

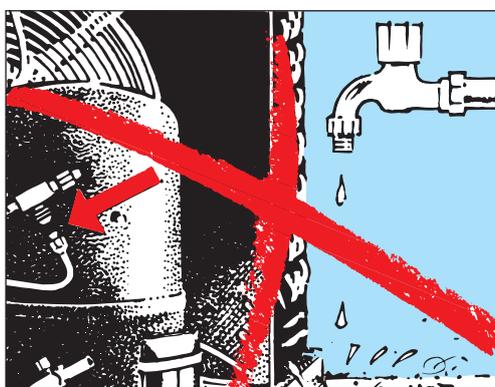
*Contaminación y partículas extrañas*

La contaminación y las partículas extrañas se encuentran entre las causas más frecuentes que perjudican la fiabilidad y acortan la vida útil de los equipos de refrigeración. A continuación le indicamos los tipos de contaminación que pueden penetrar en el sistema durante la instalación:

- Partículas de óxido durante la soldadura
- Residuos de fundente de soldadura
- Humedad y gases externos
- Virutas y residuos de cobre de la eliminación de la rebaba de las tuberías

Por este motivo, Danfoss recomienda tomar las siguientes medidas de precaución:

- Utilice sólo tubos de cobre limpios y secos y componentes que cumplan la norma DIN 8964.
- Danfoss ofrece una completa gama de productos para la automatización necesaria de instalaciones y equipos de refrigeración. Póngase en contacto con su distribuidor Danfoss para obtener información adicional.



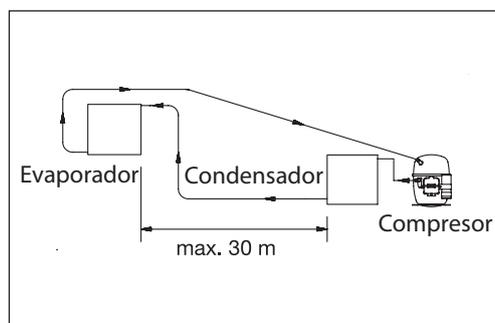
Ac0\_0010

*Instalación de las tuberías*

Al instalar los tubos procure que los tramos de tubo sean lo más cortos y compactos posible. Debe evitar los puntos bajos (trampas de aceite), en los que el aceite podría acumularse.

**1. El condensador y el evaporador están posicionados al mismo nivel.**

La línea de aspiración debe instalarse un poco por debajo del compresor. La máxima distancia admisible entre el condensador y el punto de refrigeración (evaporador) es de 30 m.



Am0\_0010

*Esquema de tuberías de las unidades condensadoras con compresores de 1 cilindro (TL, FR, NL, SC y SC-TWIN)*

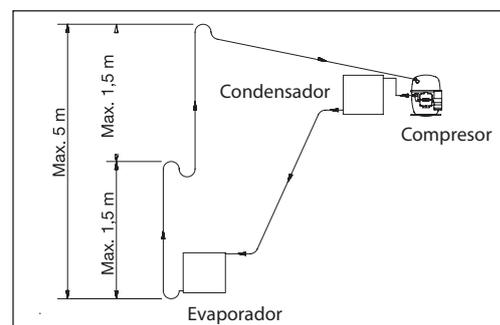
	Línea de aspiración	Línea de líquido
	Diámetro de tubo de cobre [mm]	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC	10	8
SC-TWIN	16	10

Esquema de tuberías de las unidades condensadoras con compresores de 1 cilindro (TL, FR, NL, SC y SC-TWIN) (cont.)

Para asegurar el retorno de aceite se recomiendan las siguientes secciones transversales para las líneas de aspiración y de líquido:

### 2. El condensador está instalado sobre el evaporador.

La diferencia de altura ideal entre el condensador y el evaporador es de 5 m como máximo. La longitud de tubo entre el condensador y el evaporador no debe superar los 30 m. Las líneas de aspiración deben trazarse con arcos dobles en forma de trampas de aceite por encima y por debajo. Esto se lleva a cabo mediante un arco en forma de U en el extremo inferior y un arco en forma de P en el extremo superior del tramo ascendente. La distancia máxima entre los arcos es de 1 a 1,5 m. Para asegurar el retorno del aceite se recomienda utilizar los siguientes diámetros de tubo para las líneas de aspiración y de líquido:

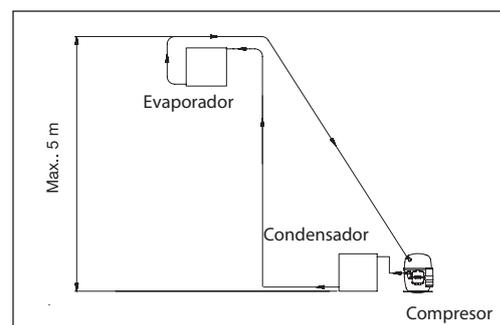


Am0\_0011

	Línea de aspiración	Línea de líquido
	Diámetro de tubo de cobre [mm]	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC 12/15	10	8
El resto de los SC	12	8
SC TWIN	16	10

### 3. El condensador está instalado bajo el evaporador.

La diferencia de altura ideal entre el condensador y el evaporador es de 5 m como máximo. La longitud de tubo entre el condensador y el evaporador no debe superar los 30 m. Las líneas de aspiración deben trazarse con arcos dobles en forma de trampas de aceite por encima y por debajo. Esto se lleva a cabo mediante un arco en forma de U en el extremo inferior y un arco en forma de P en el extremo superior del tramo ascendente. La distancia máxima entre los arcos es de 1 a 1,5 m. Para asegurar el retorno del aceite se recomienda utilizar los siguientes diámetros de tubo para las líneas de aspiración y de líquido:

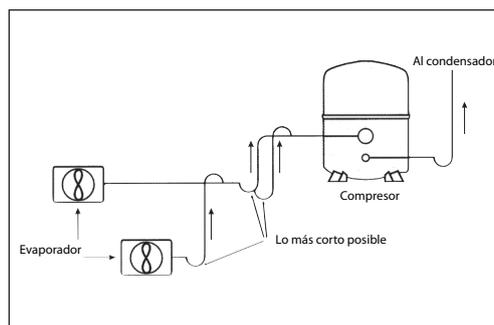


Am0\_0012

	Línea de aspiración	Línea de líquido
	Diámetro de tubo de cobre [mm]	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC	12	8
SC TWIN	16	10

Esquema de tuberías de las unidades condensadoras con compresor de pistón alternativo hermético Maneurop® de 1, 2 y 4 cilindros.

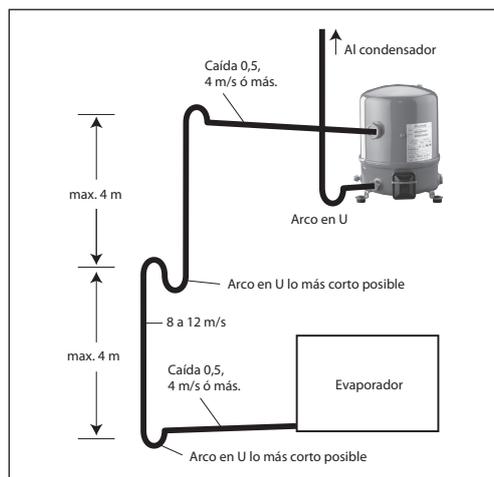
Los tubos deben trazarse para ser flexibles (dispersables en tres planos o con "AnaConda"). Al instalar los tubos procure que los tramos de tubo sean lo más cortos y compactos posible.



Am0\_0013

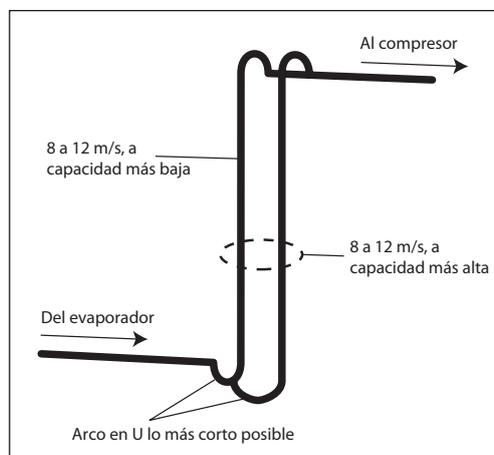
Debe evitar los puntos bajos (trampas de aceite), en los que el aceite podría acumularse. Las líneas horizontales deben instalarse con una ligera pendiente hacia abajo, hacia el compresor. Para asegurar el retorno del aceite, la velocidad de aspiración en los tramos ascendentes debe ser de al menos 8 a 12 m/s.

En las líneas horizontales, la velocidad de aspiración no debe caer por debajo de los 4 m/s. Las líneas de aspiración verticales deben trazarse con arcos dobles en forma de trampas de aceite por encima y por debajo. Esto se lleva a cabo mediante un arco en forma de U (sifón) en el extremo inferior y un arco en forma de P en el extremo superior de la tubería vertical. La altura máxima del tramo ascendente es de 4 m, a menos que se acople un segundo arco en forma de U.



Am0\_0014

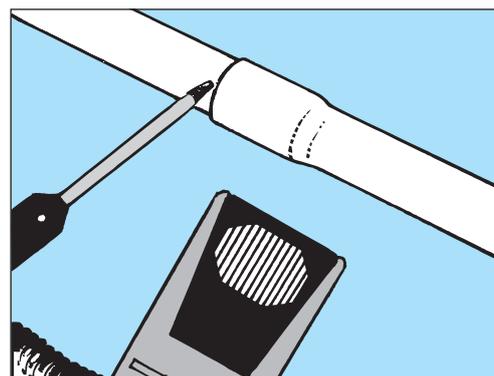
Si el evaporador está montado por encima del condensador debe asegurarse de que el líquido refrigerante no penetre en el compresor durante la fase de paro técnico. Para evitar que se formen acumulaciones de condensación y evitar un sobrecalentamiento indeseado del gas de aspiración, toda la línea de aspiración debe aislarse. El ajuste del sobrecalentamiento del gas de aspiración se realiza individualmente para cada uso. Encontrará más información detallada en "temperaturas máximas admisibles".



Am0\_0015

Prueba de fugas

Las unidades condensadoras Danfoss son revisadas en fábrica con helio para asegurarse que no presentan fugas. También son rellenas con gas protector y, por lo tanto, éste debe ser evacuado del sistema. Además, el circuito de refrigerante adicional debe revisarse mediante nitrógeno para asegurarse de que no presenta fugas. Las válvulas de aspiración y de líquido de la unidad condensadora permanecen cerradas durante este proceso. El uso de agentes de localización de fugas coloreados invalidará la garantía.

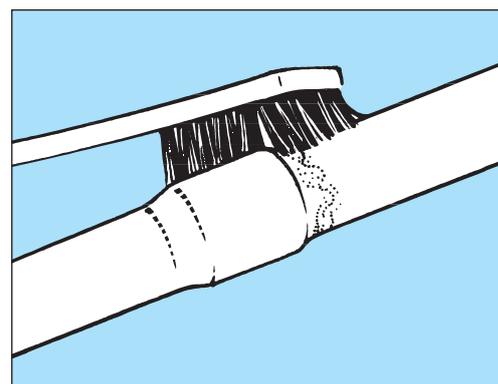


Ac0\_0030

*Soldadura*

Las soldaduras más comunes son aleaciones de 15% de plata y cobre, zinc y estaño, es decir "soldadura de plata". El punto de fusión se encuentra entre 655 °C y 755 °C. La soldadura revestida de plata contiene el fundente requerido para soldar. Éste debe eliminarse al finalizar el soldeo.

La soldadura de plata se puede utilizar para soldar diferentes materiales entre sí, como p.ej. cobre-cobre y hierro-cobre. La soldadura de Ag al 15% es suficiente para realizar una soldadura cobre a cobre.



Ac0\_0021

*Gas protector*

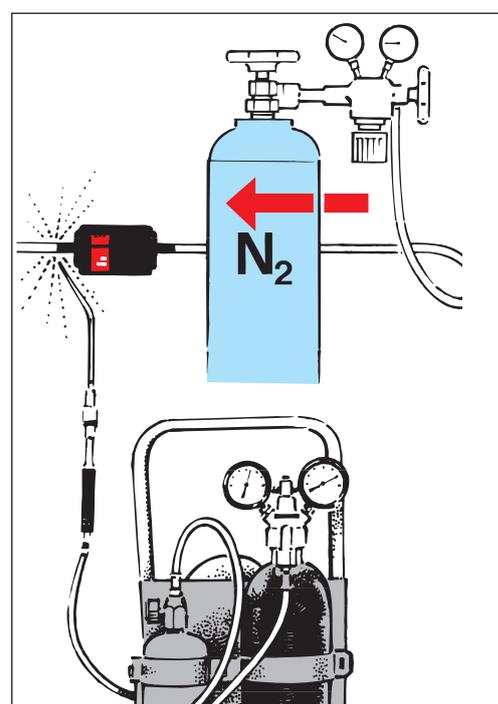
A altas temperaturas de soldadura bajo la influencia atmosférica se forman partículas de óxido (incrustaciones).

Por lo tanto, el sistema debe contar con gas protector pasando a través de él mientras se lleva a cabo la soldadura. Inyecte una corriente suave de gas seco inactivo a través de los tubos.

Sólo debe comenzar a soldar cuando no quede aire atmosférico en el componente afectado. Inicie los trabajos con un potente flujo de gas protector, que puede reducir al mínimo cuando comience a soldar.

Este flujo suave de gas protector debe mantenerse durante todo el proceso de soldadura.

La soldadura debe realizarse utilizando nitrógeno y gas con una llama suave. Aplique la soldadura sólo después de haber alcanzado la temperatura del punto de fusión.



Ac0\_0019



Am0\_0018

**Vacío y carga**

La bomba de vacío tiene que poder hacer descender rápidamente la presión del sistema hasta cerca de 0,67 mbar, en dos fases, si es posible.

Debe eliminar la humedad, el aire atmosférico y el gas protector. Si es posible, realice la evacuación por los dos lados: el lado de aspiración y el de líquido del condensador.

Utilice las conexiones de las válvulas de aspiración y de descarga de los condensadores.



Ac0\_0023

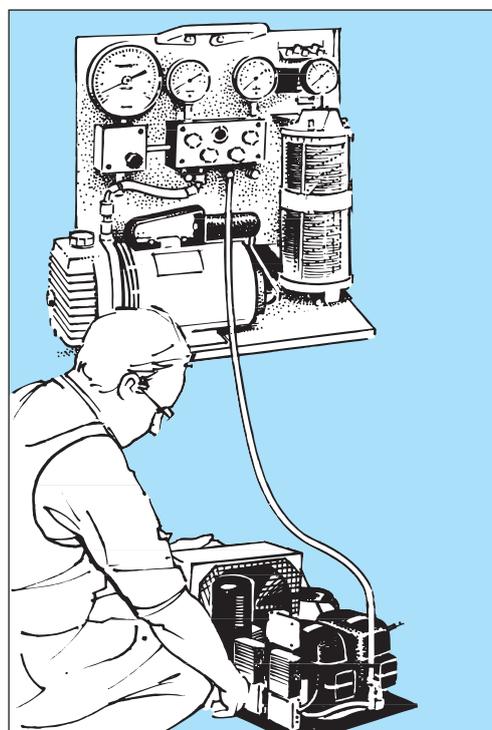
Para cargar la instalación se utiliza un indicador de nivel de carga, un cilindro de carga o báscula para unidades pequeñas. El refrigerante puede suministrarse a través de la línea de líquido en estado líquido si se instala una válvula de carga.

De lo contrario, el refrigerante debe cargarse en el sistema en estado gaseoso a través de la válvula de cierre de aspiración, mientras el compresor se encuentra en funcionamiento (interrumpa previamente el vacío).

Tenga en cuenta que los refrigerantes R404A, R507 y R407C son mezclas.

Los fabricantes de refrigerante recomiendan cargar R507 en estado líquido o gaseoso, mientras que en el caso del R404A y especialmente en el R407C la carga debe realizarse en estado líquido. Por lo tanto, le recomendamos que cargue el R404A, R507 y R407C a través de la válvula de carga.

Si se desconoce la cantidad de refrigerante que se va a cargar, siga cargando hasta que no vea burbujas al mirar a través del visor de líquido (mirilla de inspección). Al realizar este proceso necesita observar constantemente la temperatura del gas de condensación y de aspiración para asegurar el mantenimiento de unas temperaturas de funcionamiento normales.



Ac0\_0028

**Tenga presentes las siguientes instrucciones para el vacío y carga de las unidades condensadoras con compresores Danfoss, modelos TL, FR, NL, SC y SC-TWIN.**

Para el vacío, las dos mangueras externas están conectadas a una batería auxiliar y la unidad condensadora se evacúa mediante las válvulas de servicio 1 y 2 abiertas (husillo en posición central).

Después del vacío, las dos válvulas (4 y 5) se conectan a la batería auxiliar. Sólo entonces se apaga la bomba de vacío.

La botella de carga de refrigerante está conectada a la conexión central de la batería auxiliar 3 y la pieza de llenado se purga rápidamente.

La válvula correspondiente de la batería auxiliar 4 se abre y el sistema se carga a través de la conexión a la que va acoplada el manómetro de la válvula de cierre de aspiración con la carga máxima admisible de refrigerante para un compresor que se encuentra en funcionamiento.

Vacío y carga (cont.)

**Tenga presentes las siguientes recomendaciones para el vacío y carga de unidades condensadoras Danfoss con compresores herméticos de pistón alternativo Maneurop® MTZ y NTZ.**

Le recomendamos que realice el vacío tal y como se describe a continuación:

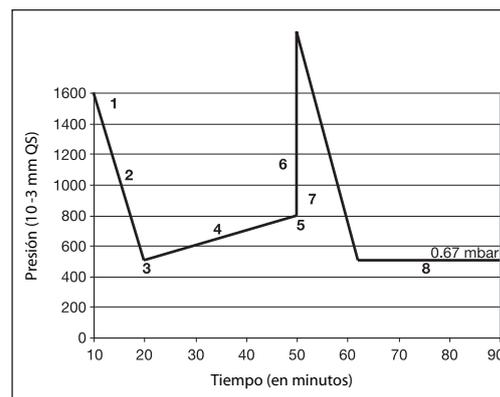
1. Las válvulas de servicio de la unidad condensadora deben estar cerradas.
2. Después de realizar una comprobación de fugas, si fuera posible deberá realizar una evacuación por los dos lados utilizando una bomba de vacío hasta 0,67 mbar (abs.).

Se recomienda utilizar líneas de acoplamiento con una capacidad grande que pueda conectar a las válvulas de servicio.

3. Una vez alcanzado un vacío de 0,67, el sistema se separa de la bomba de vacío. Durante los siguientes 30 minutos no debe aumentar la presión en el sistema. Si la presión aumenta rápidamente, esto significa que el sistema presenta una fuga.

Debe realizarse una nueva prueba de fugas y evacuación (después de 1) Si la presión asciende lentamente, esto quiere decir que hay humedad. Si se da este caso vuelva a realizar una evacuación (después de 3).

4. Abra las válvulas de servicio de la unidad condensadora e interrumpa el vacío con nitrógeno. Repita los pasos 2 y 3.



Am0\_0019

*Información general:*

El compresor sólo debe encenderse si se ha interrumpido previamente el vacío.

Para poner en funcionamiento el compresor con un vacío en la carcasa del compresor existe riesgo de descargas disruptivas de tensión en el devanado del motor

**Superar la capacidad máxima admisible de llenado operativo e instalación en exteriores**

Si el refrigerante supera el nivel de llenado máximo admisible o si el equipo se instala en el exterior deberá tomar medidas de precaución.

Puede encontrar las capacidades máximas admisibles para el funcionamiento en los datos técnicos o en las instrucciones de instalación para los compresores Danfoss. Si tiene alguna duda su distribuidor local Danfoss le ayudará gustosamente a resolverla.

Una solución rápida y sencilla para impedir el desplazamiento del refrigerante durante las fases de desconexión es el uso de una resistencia de cárter.

**Superación de la capacidad máxima admisible de llenado de funcionamiento e instalación en exteriores (cont.)**

**Con unidades condensadoras Danfoss equipados con compresores TL, FR, NL, SC y SC TWIN puede utilizarse el siguiente tamaño de resistencias de cárter:**

- Resistencia de cárter para TL/FR/NL 35 W, nº de código 192H2096
- Resistencia de cárter para SC y SC-TWIN 55 W, nº de código 192H2095

Las resistencias de cárter deben montarse justo sobre la costura de soldadura. En los compresores TWIN, los dos compresores deben contar con una resistencia de cárter. La conexión eléctrica puede realizarse del siguiente modo:

En los interruptores principales activados, el contacto de conmutación del termostato de regulación (p.ej. KP 61) asume la función de conmutación, es decir, compresor apagado (OFF) – resistencia encendida (ON) o viceversa. La resistencia de cárter también debe permanecer encendida de 2 a 3 horas antes del arranque, en los casos en los que el equipo de refrigeración ha permanecido parado durante mucho tiempo. Para instalar las unidades condensadoras en exteriores se recomienda generalmente utilizar resistencias de cárter. Siga las siguientes recomendaciones de cableado.



Am0\_0020

**Las unidades condensadoras Danfoss con compresores herméticos de pistón alternativo de 1, 2 ó 4 cilindros Maneurop® MTZ y NTZ vienen equipadas de serie con una resistencia de cárter PTC 35 W con regulación automática.**

La resistencia PTC con regulación automática evita que el refrigerante se desplace durante la fase de parada. Sin embargo, sólo se asegura una protección fiable si las temperaturas del aceite se encuentran 10 K por encima de la temperatura de saturación del refrigerante.

Se recomienda realizar pruebas para comprobar que el aceite alcanza la temperatura adecuada para temperaturas ambiente bajas y altas.

Las unidades condensadoras instaladas en exteriores y sometidas a bajas temperaturas y equipos de refrigeración con altas cantidades de refrigerante, a menudo es necesario instalar una resistencia de cárter adicional para el compresor.

La resistencia debe montarse lo más cerca posible de la trampa de aceite, para asegurar una transferencia eficiente de calor al aceite. Las resistencias de cárter no presentan regulación automática.

La regulación se consigue al encenderse la resistencia o cuando el compresor se detiene y se apaga mientras se encuentra en funcionamiento.

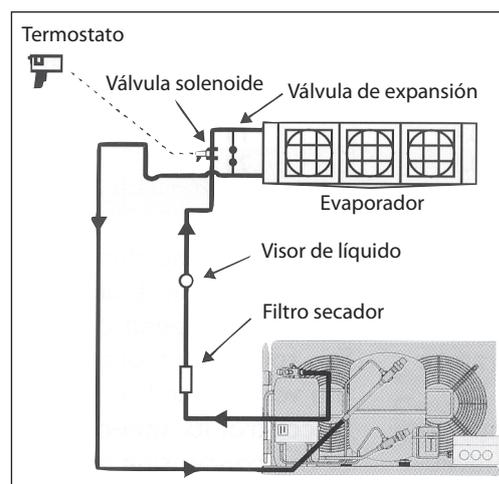
Estas medidas impiden que el refrigerante se condense en el compresor. Asegúrese de que la resistencia de cárter se encienda al menos 12 horas antes del arranque del compresor, siempre que vuelva a arrancar las unidades condensadoras después de un largo período de parada.

**Parada por vacío o baja presión**

Si no es posible mantener la temperatura del aceite 10 K por encima de la temperatura de saturación del refrigerante, utilizando la resistencia de cárter durante el tiempo de parada del compresor, o cuando se produce el retorno de refrigerante líquido, es necesario implementar una parada por vacío o baja presión para impedir el desplazamiento adicional de refrigerante durante las paradas.

La válvula de solenoide de la línea de líquido está controlada mediante un termostato. Si la válvula de solenoide se cierra, el compresor aplica aspiración en el extremo de baja presión hasta que el presostato de baja apaga el compresor al alcanzar el punto de corte (setpoint) ajustado.

Mediante la función “parada por vacío o baja presión”, el punto de activación del presostato de baja debe ajustarse a un valor más bajo que la presión de saturación del refrigerante a la temperatura ambiente más baja del condensador y del evaporador.



Am0\_0021

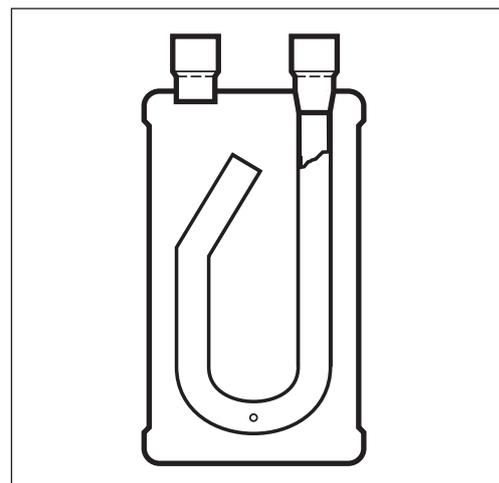
El separador de líquido evita el desplazamiento del refrigerante durante el arranque, durante el funcionamiento o después del proceso de desescarche por gas caliente.

El separador de líquido evita el desplazamiento del refrigerante durante las paradas mientras ha aumentado el espacio libre del extremo de aspiración del sistema.

El separador de líquido debería instalarse conforme a las recomendaciones del fabricante.

Como norma general, Danfoss recomienda que la capacidad útil del separador de líquido no sea menor al 50% de la capacidad de carga del sistema completo.

No debe utilizarse separador de líquido en equipos o instalaciones que empleen refrigerantes zeotrópicos (líquido no puro, mezclas) como, p.ej. el R407C.



Am0\_0022

**Temperaturas máximas admisibles**

**En unidades condensadoras Danfoss con compresores de 1 cilindro (TL, FR, NL, SC y SCTWIN),** el recalentamiento del evaporador (medido en el sensor de la válvula de expansión, es decir, la temperatura en el manómetro) debe ser de entre 5 y 12 K.

La temperatura máxima del gas de retorno se mide a la entrada del compresor: 45°C. Si el recalentamiento del gas de entrada supera los límites máximos admisibles, ello conllevará un rápido ascenso de la temperatura de descarga.

Ésta no debe superar los 135 °C en el compresor SC y 130 °C en los compresores TL, NL y FR.

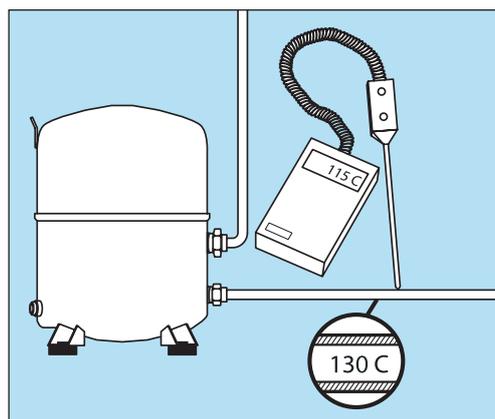
La temperatura del tubo de descarga se mide a una distancia de 50 mm con respecto al conector de presión del compresor.

**En unidades condensadoras con compresores herméticos de pistón alternativo Maneurop® MTZ y NTZ,** el recalentamiento del evaporador (sensor de la válvula de expansión) debe ser de 5 a 12 K.

La temperatura máxima del gas de retorno, medida en el conector de aspiración del compresor es de 30 °C.

Si el recalentamiento del gas de admisión supera los valores máximos admisibles, ello conlleva un rápido ascenso de la temperatura del gas de descarga, cuyo valor máximo no debe superarse (130 °C).

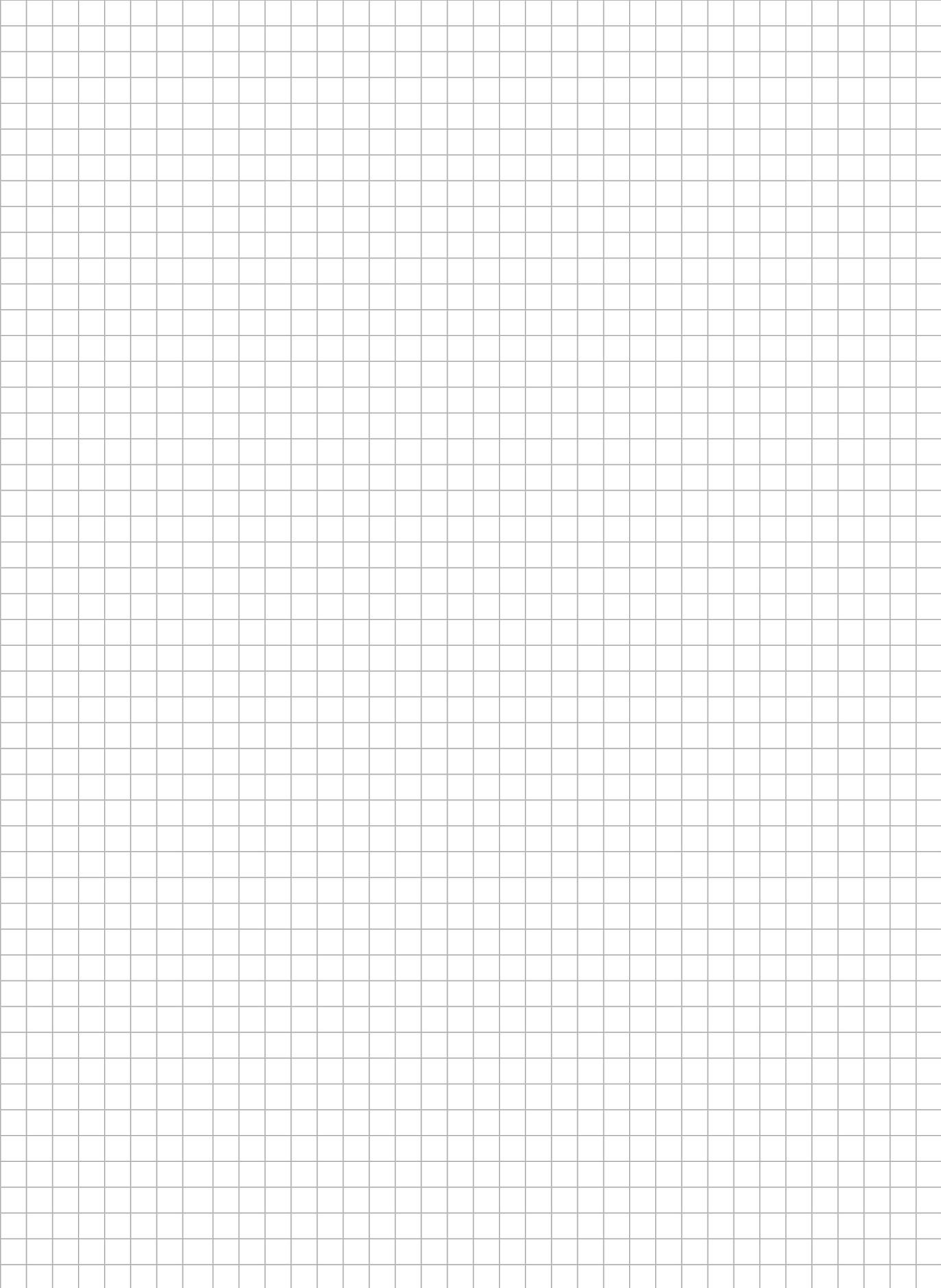
En aplicaciones especiales (instalaciones con varios evaporadores) se recomienda utilizar un separador de aceite en la línea de descarga.



Am0\_0023

Índice	Página
1.0 Generalidades .....	97
1.1 Localización de averías .....	97
1.2 Sustitución del termostato .....	99
1.3 Sustitución del equipamiento eléctrico .....	99
1.4 Sustitución del compresor .....	99
1.5 Sustitución del refrigerante .....	100
2.0 Normas para el trabajo de reparación .....	101
2.1 Apertura de la instalación .....	101
2.2 Soldadura bajo gas inerte protector .....	102
2.3 Filtro secador .....	102
2.4 Penetración de humedad durante la reparación .....	103
2.5 Preparación del compresor y del equipamiento eléctrico .....	103
2.6 Soldadura .....	104
2.7 Vacío .....	105
2.8 Bomba de vacío y manómetro de vacío .....	105
3.0 Manipulación del refrigerante .....	106
3.1 Carga de refrigerante .....	106
3.2 Carga máxima de refrigerante .....	106
3.3 Prueba .....	107
3.4 Prueba de fugas .....	107
4.0 Sustitución de un compresor defectuoso .....	108
4.1 Preparación de componentes .....	108
4.2 Purga de carga .....	108
4.3 Extracción de un compresor defectuoso .....	108
4.4 Eliminación de residuos de refrigerante .....	108
4.5 Extracción del filtro secador .....	108
4.6 Limpieza de las juntas de soldadura y reensamblaje .....	108
5.0 Del R12 a otros refrigerantes .....	109
5.1 Del R12 a un refrigerante alternativo .....	109
5.2 Del R12 al R134a .....	109
5.3 Del R134 al R12 .....	109
5.4 Del R502 al R404A .....	109
6.0 Instalaciones contaminadas con humedad .....	110
6.1 Contaminación baja .....	110
6.2 Contaminación alta .....	110
6.3 Secado del compresor .....	111
6.4 Carga de aceite .....	112
7.0 Pérdida de carga de refrigerante .....	112
8.0 Motor del compresor quemado .....	113
8.1 Acidez del aceite .....	113
8.2 Equipo quemado .....	113

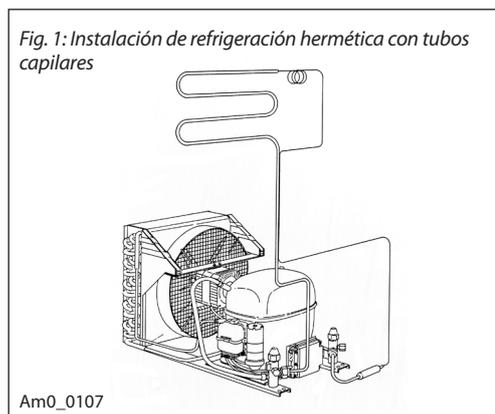
# Notas



**1.0 Generalidades**

La reparación de refrigeradores y congeladores requiere que los técnicos que las realicen posean los conocimientos y destrezas adecuadas para llevar a cabo este servicio técnico en una gran variedad de tipos de refrigeradores. En tiempos pasados, el servicio técnico y la reparación no estaban tan sumamente controlados por normas como lo están ahora, debido al uso de nuevos refrigerantes, algunos de los cuales son inflamables.

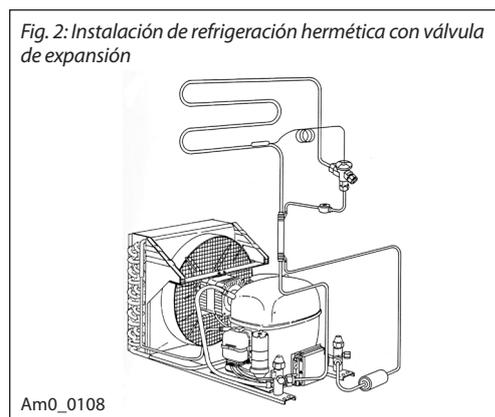
Fig. 1: Instalación de refrigeración hermética con tubos capilares



La fig. 1 muestra una instalación de refrigeración hermética con tubo capilar como dispositivo de expansión. Este tipo de sistema se utiliza en la mayoría de los electrodomésticos refrigeradores y en pequeños refrigeradores comerciales, congeladores de helados y enfriadores de botellas.

La fig. 2 muestra un sistema de refrigeración que emplea una válvula de expansión termostática. Este tipo de instalación se utiliza generalmente en sistemas de refrigeración comerciales.

Fig. 2: Instalación de refrigeración hermética con válvula de expansión



La reparación y el mantenimiento son tareas más difíciles que la sustitución, ya que las condiciones de trabajo "en campo" son normalmente peores que en la planta de producción o en el taller. Un requisito previo para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento de forma satisfactoria es que los técnicos posean la cualificación adecuada, es decir, una actuación adecuada gracias al conocimiento del producto, la precisión y la intuición.

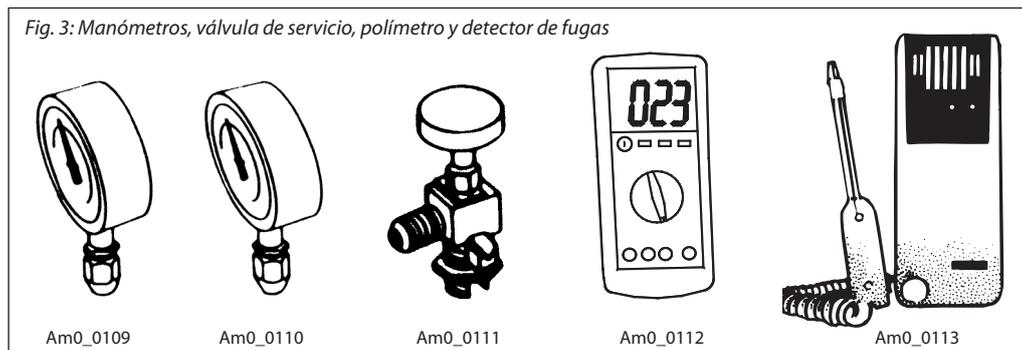
El objetivo de esta guía es aumentar los conocimientos en materia de reparación presentando las normas básicas. El tema principal es la reparación de instalaciones de refrigeración en electrodomésticos "en campo" pero muchos de los procedimientos pueden aplicarse asimismo a las instalaciones de refrigeración herméticas comerciales.

**1.1 Localización de averías**

Antes de realizar ninguna operación en la instalación de refrigeración debe planificar los pasos de reparación, es decir, debe disponer de todos los componentes de sustitución necesarios, así como de todos los recursos necesarios. Para poder elaborar esta planificación debe localizar la avería en la instalación. Para la localización de averías debe contar con las herramientas adecuadas como se indica en la fig. 3. Manómetro en líneas de aspiración y descarga, válvulas de servicio, polímetro (con medición de tensión, intensidad y resistencia) y detector de fugas.

En muchos casos puede determinarse las posibles averías a partir de los comentarios del usuario y en la mayoría de los casos de avería es posible realizar un diagnóstico relativamente preciso. No obstante, un requisito previo es que el instalador del servicio técnico cuente con los conocimientos necesarios en relación al funcionamiento del producto y que se disponga de los recursos adecuados. En este apartado no se proporciona un procedimiento exhaustivo de localización de averías, sino que se presentan las averías más comunes en las que el compresor no arranca o no funciona.

Fig. 3: Manómetros, válvula de servicio, polímetro y detector de fugas



1.1  
Localización de averías (cont.)

*Interruptor principal activado*

Un posible fallo puede ser un fusible defectuoso y ello puede aducirse a un fallo en los devanados del motor o en el protector del motor, a un cortocircuito o a un cable de alimentación quemado del compresor. Estas averías requieren la sustitución del compresor.

*Compresor*

El dispositivo de arranque y el motor del compresor pueden ser inadecuados. Puede ser que el motor del compresor o el protector del devanado estén defectuosos o que el compresor sufra un bloqueo mecánico.

Los depósitos carbonosos o la sedimentación de cobre son causas frecuentes de la disminución de la capacidad de refrigeración, debido a la presencia de humedad o de gases incondensables en el sistema.

Las juntas o platos de las válvulas pueden romperse a causa de elevados picos de presión y de los picos de presión puntuales como resultado de golpes de líquido en el compresor, lo que puede ser debido a una carga desmesurada de refrigerante en el sistema o al bloqueo del tubo capilar.

La tensión puede ser demasiado baja o la presión demasiado alta para el compresor.

Un arranque con las presiones no equilibradas causa la desconexión del protector de motor y puede tener como consecuencia final que el devanado del motor se queme.

Si el ventilador está defectuoso también afectará la carga del compresor y puede causar desconexiones por la acción del protector del motor o hacer que las juntas se quemen.

En caso de un arranque incorrecto con un compresor frío, pueden pasar hasta 15 minutos antes de que el protector del devanado desconecte el compresor. Si el protector del devanado se desconecta mientras el compresor está en marcha el rearme del protector tardará unos 45 minutos aproximadamente.

Antes de comenzar la localización sistemática de averías se recomienda cortar la tensión de alimentación durante 5 minutos por lo menos. Esto asegurará el enfriamiento suficiente del dispositivo de arranque del PTC para que el compresor pueda arrancar.

Si se produjera un breve corte de tensión durante los primeros minutos del proceso de refrigeración puede surgir una situación de conflicto (interbloqueo) entre el protector y el PTC. Un compresor con un dispositivo de arranque PTC no puede arrancar en una instalación cuya presión

no está igualada y el PTC no puede enfriarse tan rápidamente. En algunos casos puede pasar hasta 1 hora hasta que el refrigerador vuelve a funcionar con normalidad.

*Presostatos de alta y de baja*

El presostato de alta puede dispararse debido a una elevada presión de condensación, probablemente debida a la falta de refrigeración por el ventilador.

Si el presostato de baja ha desconectado la instalación, la causa puede ser una cantidad insuficiente de refrigerante, fugas, escarcha en el evaporador o bloqueo parcial de la válvula de expansión.

La desconexión también puede deberse a un fallo mecánico, ajuste incorrecto del diferencial, ajuste incorrecto de la presión de desconexión o irregularidades en la presión.

*Termostato*

Es posible que un termostato defectuoso o mal ajustado haya desconectado el compresor.

Si el termostato pierde carga o si el ajuste de temperatura es demasiado alto, el compresor no arrancará. La avería también puede haberse originado debido a una conexión incorrecta del cableado.

Si el diferencial es demasiado bajo (la diferencia entre la temperatura de conexión y de desconexión), esto dará como resultado unos intervalos de parada del compresor demasiado cortos y en combinación con un compresor LST (bajo par de arranque) esto puede causar problemas en el arranque.

Consulte también el apartado 1.2 "Sustitución del termostato".

Para obtener información detallada consulte "Localización de averías y prevención en circuitos de refrigeración con compresores herméticos".

Es necesario determinar la avería con precisión antes de abrir la instalación y, sobre todo, antes de extraer el compresor de la instalación. Las actuaciones que hagan necesaria una reparación posterior en el sistema de refrigeración son muy costosas. Por lo tanto, antes de abrir instalaciones de refrigeración antiguas puede ser adecuado asegurarse de que el compresor no vaya averiarse pronto, aunque aún se encuentre en estado operativo.

Puede realizarse una estimación comprobando la carga de aceite del compresor. Para ello se purga un poco de aceite en un vidrio de ensayo limpio y se compara con una muestra de aceite nuevo. Si el aceite que se ha purgado es oscuro, opaco y contiene impurezas debe sustituir el compresor.

**1.2**  
**Sustitución del termostato**

Antes de sustituir el compresor es buena idea revisar el termostato. Es posible realizar una sencilla prueba cortocircuitando el termostato de forma que el compresor reciba la alimentación directamente. Si el compresor puede funcionar así, deberá sustituir el termostato. Para realizar la sustitución es fundamental encontrar un tipo adecuado, que puede ser difícil con tantos tipos de termostatos disponibles en el mercado. Para realizar esta elección del modo más fácil posible, varios fabricantes como, p.ej. Danfoss, han diseñado los llamados "termostatos de servicio" que se suministran en los embalajes con todos los accesorios necesarios para el mantenimiento del termostato.

Fig. 4: Paquete de termostato de servicio



Am0\_0114

Con ocho paquetes disponibles, donde cada paquete sirve para un tipo de refrigeración y aplicación, es posible realizar el mantenimiento de casi todos los refrigeradores habitualmente utilizados. Consulte la figura 4. El área de aplicación de cada termostato abarca una gran cantidad de tipos de termostatos. Además, los termostatos tienen un diferencial de temperatura entre la conexión y la desconexión suficiente para asegurar una igualación de presión satisfactoria en el sistema durante las paradas.

Para lograr el funcionamiento requerido, el sensor del termostato (los últimos 100 mm del tubo capilar) debe permanecer siempre en contacto con el evaporador.

Cuando sustituya el termostato es importante comprobar si el compresor funciona adecuadamente, tanto en posición caliente como fría, y si el tiempo de parada es suficiente para la igualación de la presión del sistema cuando se utiliza un compresor LST.

En la mayoría de los termostatos es posible alcanzar un mayor diferencial de temperatura ajustando el tornillo de diferencial. Antes de ejecutar esta acción se recomienda consultar la hoja de datos técnicos del termostato para ver hacia qué lado se debe girar el tornillo. Otro modo de obtener un diferencial mayor es colocar un trozo de plástico entre el sensor y el evaporador, ya que colocando un trozo de plástico de 1 mm se obtiene un diferencial 1 °C mayor.

**1.3**  
**Sustitución del equipamiento eléctrico**

La causa de las averías también puede ser debida al equipamiento eléctrico del compresor, en el cual es posible sustituir el relé de arranque/ dispositivo de arranque PTC, protector del motor o el condensador de arranque. Un condensador de arranque puede sufrir daños debido a un ajuste demasiado bajo del diferencial del termostato, ya que el condensador de arranque debe presentar una conexión máxima de 10 veces por hora.

Si se detecta un fallo en el protector del devanado, que va integrado en multitud de compresores herméticos, deberá sustituir el compresor completo.

Cuando sustituya un compresor deberá sustituir el equipamiento eléctrico, ya que si utiliza el equipamiento eléctrico viejo con un compresor nuevo puede provocar la posterior avería del compresor.

**1.4**  
**Sustitución del compresor**

Si el fallo es debido a un compresor defectuoso, el técnico deberá seleccionar un compresor con las características adecuadas para el equipo en cuestión. Si se dispone de un compresor de las mismas características que el averiado y si está previsto para un refrigerante de sustitución, no surgirán más problemas. Sin embargo, en muchas ocasiones es imposible suministrar el mismo tipo de compresor que el averiado y, en este caso, el técnico debe tener presentes algunos factores importantes. Si se pretende cambiar un compresor fabricado por otro del mismo tipo, puede ser difícil seleccionar el compresor adecuado y, por lo tanto, deben tenerse en cuenta distintos parámetros. La tensión y la frecuencia del compresor deben coincidir con la tensión y la frecuencia disponibles en la instalación local. Luego debe considerarse cuál va a ser la zona de aplicación (si las temperaturas de evaporación son bajas, medias o altas). La capacidad de refrigeración debe coincidir con la del compresor anterior, pero si la capacidad se

desconoce, deberá establecerse una comparación entre los desplazamientos del compresor.

Será adecuado seleccionar un compresor de capacidad algo mayor que el averiado. En sistemas con tubo capilar con igualación de presión durante los intervalos de parada puede utilizarse un compresor LST (bajo par de arranque) y en sistemas con válvula de expansión o sin igualación de presión debe elegirse un compresor HST (alto par de arranque). Por supuesto, un compresor HST puede utilizarse también en una instalación con tubo capilar. Finalmente también debe tener en cuenta las características de refrigeración del compresor. Si una instalación está equipada con una instalación de enfriamiento de aceite deberá seleccionarse un compresor con enfriador de aceite. En casos de mantenimiento, puede utilizarse un compresor con enfriador de aceite en lugar de uno sin enfriador de aceite sin problemas, ya que puede prescindirse completamente del serpentín si no se necesita.

1.5  
Sustitución del refrigerante

La mejor solución a la hora de realizar una reparación es elegir el mismo refrigerante utilizado en el sistema.  
Los compresores Danfoss se suministran o se han suministrado en versiones aptas para los refrigerantes R12, R22, R502, R134a, R404A/R507/R407C y para los refrigerantes inflamables R290 y R600a.  
Los refrigerantes R12 y R502, regulados por la normativa del Protocolo de Montreal, pueden utilizarse sólo en unos pocos países y estos refrigerantes desaparecerán en el futuro de la gama de producción.  
En instalaciones con bomba de calor se utiliza ahora el refrigerante R407C en lugar del R22 y R502.  
El refrigerante R134a, más respetuoso con el medio ambiente, ha sustituido al R12 y los refrigerantes R404A y R507 han sustituido a los R22 y R502 en muchos equipos e instalaciones.

*Los refrigerantes inflamables R290 y R600a*  
La carga máxima de estos refrigerantes en una instalación es de 150 gr. conforme a las normas vigentes actuales y deben utilizarse exclusivamente en refrigeradores pequeños.

*Refrigerantes zeotrópicos*

Refrigerante	Nombre comercial	Composición	Sustitución	Área de aplicación	Aceites aplicables
R401A	Suva MP39	R22, R152a, R124	R12	L - M	Alquilbenceno
R401B	Suva MP66	R22, R152a, R124	R12	L	Alquilbenceno
R402A	Suva HP80	R22, R125, R290	R502	L	Poliéster Alquilbenceno
R402B	Suva HP81	R22, R125, R290	R502	L - M	Poliéster Alquilbenceno

*Refrigerantes zeotrópicos*  
Al mismo tiempo, que se han ido introduciendo refrigerantes aceptables para el medio ambiente (R134a y R404A), también se han comenzado a comercializar algunas mezclas de refrigerantes con fines de mantenimiento. Estos presentaban unas características más respetuosas con el medio ambiente que los refrigerantes CFC utilizados hasta el momento (R12 y R502).  
En muchos países sólo estaba permitido utilizar las mezclas de refrigerantes durante períodos cortos, lo que implica que su uso no estaba muy difundido en combinación con pequeños equipos de refrigeración herméticos.  
El uso de estos refrigerantes no puede recomendarse para producción en serie, pero puede utilizarse para reparaciones en muchos casos. Consulte la tabla de la página anterior.

*Sustitución de gas*  
Cuando se carga un equipo o instalación de refrigeración existente con un tipo de refrigerante distinto al originalmente cargado, surgen problemas que deban resolverse con una operación de la menor magnitud posible. Correspondientemente, los equipos R22 fueron recargados con una pequeña cantidad de R12 para mejorar la circulación de retorno del aceite al compresor.  
En varios países no está permitido realizar éstas sustituciones de refrigerante en los equipos e instalaciones cargados con refrigerante CFC (R12, R502, etc.).

Los refrigerantes inflamables sólo deben utilizarse en instalaciones de refrigeración que cumplan los requisitos de la EN/IEC 60335-2-24 o 2-89, incluyendo los requisitos en materia de refrigerantes inflamables, y el personal de servicio técnico debe haber recibido la formación especializada para su manipulación. Esto incluye el conocimiento de herramientas, transporte de compresores y refrigerante, así como todas las normativas de seguridad aplicables.  
Si se enciende una llama abierta o se utilizan herramientas eléctricas en la proximidad de los refrigerantes R600a y R290, deberá realizarse en conformidad con la normativa vigente.  
Las instalaciones de refrigeración siempre deben abrirse mediante un cortador de tubos.

*No se permite cambiar de los refrigerantes R12 o R134a al R600a, ya que los refrigeradores no están autorizados para su uso con refrigerantes inflamables y la seguridad eléctrica no ha sido comprobada de conformidad con las normas actuales vigentes. Esto mismo se aplica al cambio de los refrigerantes R22, R502 o R124a al R290.*

*Carga directa*  
Este término significa que al realizar el mantenimiento en una instalación de refrigeración existente, es decir, > 90% del aceite mineral original se evacúa al exterior y se sustituye por aceite sintético y se monta un nuevo filtro secador. Además, la instalación se carga con otro refrigerante compatible (p.ej. un refrigerante mezcla).

*Retrofit*  
El término Retrofit se utiliza en relación al mantenimiento de instalaciones de refrigeración, cuando se sustituye el refrigerante CFC por un refrigerante HFC aceptable para el medio ambiente.  
La instalación de refrigeración se enjuaga y el compresor es sustituido por un compresor HFC. Alternativamente, el aceite del compresor se sustituye por un aceite éster adecuado.  
El aceite debe cambiarse varias veces después de cortos períodos de funcionamiento y debe sustituirse el filtro secador.

En caso de sustitución del aceite será necesario obtener una certificación del fabricante del compresor acerca de la compatibilidad del material.

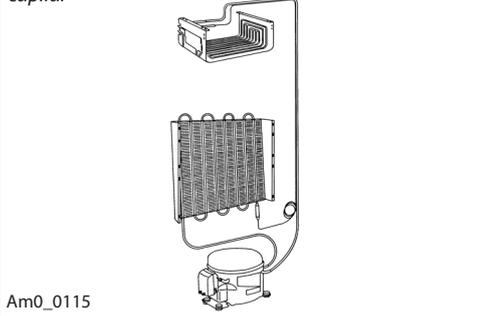
**2.0 Normas para el trabajo de reparación**

Para conseguir que la instalación de refrigeración hermética funcione según lo previsto y se logre mantener una vida útil razonable debe mantenerse al mínimo el nivel de impurezas, humedad y gases incondensables. Cuando se realiza el montaje de una instalación nueva, estos requisitos son relativamente fáciles de cumplir, pero cuando se repara una instalación de refrigeración defectuosa este asunto es más complicado. Entre otras cosas, esto se debe a que, cuando se avería una instalación de refrigeración,

con frecuencia se inician procesos químicos perjudiciales y a que al abrirse la instalación de refrigeración se crean nuevas posibilidades de contaminación. Si es necesario realizar una reparación y obtener buenos resultados es necesario tomar algunas medidas de prevención. Antes de indicar información detallada acerca de los trabajos de reparación se debe explicar algunas normas generales y condiciones.

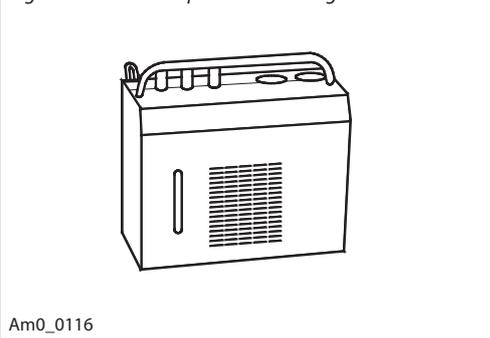
**2.1 Apertura de la instalación**

Fig. 5: Instalación de refrigeración hermética con tubo capilar



Am0\_0115

Fig. 8 Unidad de recuperación de refrigerantes



Am0\_0116

Si la instalación de refrigeración contiene un refrigerante inflamable como, p.ej. R600a o R290, esta información aparecerá en la etiqueta de especificaciones técnicas. Los compresores Danfoss presentan la etiqueta que se muestra en la fig. 6.

Antes de comenzar a cortar tubos en la instalación de refrigeración se recomienda limpiar con papel de lija las zonas que se desean cortar. Así los tubos quedarán preparados para el posterior soldeo y se evitará la penetración de partículas de suciedad en la instalación.

Fig. 6: Etiqueta en el compresor para R600a



Am0\_0117

Para cortar las tuberías del sistema de refrigeración utilice sólo un cortador de tubos, nunca una sierra de cortar metal. Una simple rebaba que quede en la instalación puede causar una avería en el compresor. La recogida del refrigerante debe realizarse siguiendo las instrucciones proporcionadas.

El mantenimiento y la reparación de este tipo de instalaciones debe ser realizado por personal especialmente formado para ello. Esto incluye el conocimiento de herramientas, transporte de compresores y refrigerante, así como todas las normas y normativa de seguridad aplicable. Cuando trabaje con los refrigerantes R600a y R290 pueden producirse incendios, tal y como se describe en las directrices existentes. La fig. 7 muestra una válvula auxiliar para su montaje en el tubo de proceso y permitir una apertura en la instalación para realizar la purga y la recogida de refrigerante conforme a las instrucciones.

Cuando se corta un tubo capilar es fundamental no admitir rebabas o deformaciones en el tubo. El tubo capilar puede cortarse con tenazas especiales (véase fig. 9) o con una lima puede marcarse una señal en el tubo que posteriormente puede romperse.

Fig. 7: Válvula auxiliar



Am0\_0111

Fig. 9: Tenazas especiales para tubos capilares



Am0\_0118

2.2 Soldadura bajo gas inerte protector

Un sistema cargado con refrigerante nunca debe calentarse o soldarse, en particular cuando el refrigerante es inflamable. La soldadura en un sistema que contenga refrigerante provocará la formación de productos derivados de la descomposición del refrigerante. Una vez que se haya purgado el refrigerante, la instalación debe cargarse con gas protector. Esto se realiza mediante un soplado con nitrógeno seco. Antes del soplado es necesario abrir la instalación en otro lugar adicional.

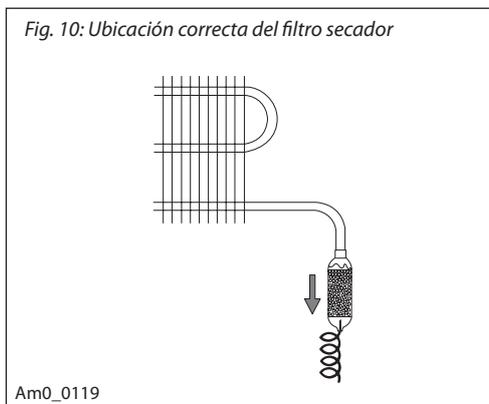
Si el compresor está averiado sería adecuado cortar el tubo de descarga y el de aspiración fuera de los conectores del compresor sin abrir el tubo de proceso. No obstante, si el compresor funciona con normalidad se recomienda cortar el tubo de proceso. Primero deberá realizarse un soplado a través del evaporador y luego a través del condensador. Una presión de entrada de aprox. 5 bar y de soplado de 1 a 2 minutos aprox. sería satisfactoria para un electrodoméstico.

2.3 Filtro secador

El filtro secador absorbe las pequeñas cantidades de agua generadas a lo largo de la vida útil del equipo o instalación. Además, actúa como un filtro e impide que se bloquee la entrada del tubo capilar y que surjan problemas al penetrar la suciedad en la válvula de expansión. Si se ha abierto una instalación de refrigeración, el filtro secador debe sustituirse siempre para asegurar un nivel de humedad mínimo la instalación reparada. La sustitución de un filtro secador siempre debe realizarse sin aplicar soldadura. Al calentar el filtro secador, la humedad absorbida puede transmitirse a la instalación y también debe considerarse la posibilidad de la presencia de un refrigerante inflamable. Si el refrigerante utilizado no es inflamable puede utilizarse una llama de soplete, pero el tubo capilar debe cortarse y luego debe soplarse nitrógeno seco a través del filtro hacia el exterior al aire libre mientras el filtro secador está desmontado. Normalmente un filtro secador puede absorber una cantidad de agua de aprox. un 10% del peso del desecante. En la mayoría de las instalaciones no se utiliza la capacidad pero en caso de duda acerca del tamaño del filtro se recomienda utilizar un filtro sobredimensionado preferentemente a uno con una capacidad demasiado baja. El nuevo filtro secador debe estar seco. Generalmente esto no es un problema, pero debe asegurarse siempre de que el sellado del filtro secador permanezca intacto para impedir la acumulación de humedad durante el almacenaje y el transporte. El filtro secador debe instalarse de forma que la dirección del flujo siga la fuerza gravitatoria.

Así se evita que las partículas del filtro molecular se desgasten entre sí y generen polvo, ya que este polvo puede bloquear la entrada del tubo capilar. En las instalaciones con tubo capilar la posición vertical asegura asimismo un tiempo mínimo para la igualación de presión. Consulte la figura 10.

Fig. 10: Ubicación correcta del filtro secador



Como el agua presenta un tamaño molecular de 2,8 Ångström, los filtros de tamiz molecular con un tamaño de poro de 3 Ångström son aptos para los refrigerantes generalmente utilizados, ya que las moléculas de agua son absorbidas en los poros del secante, mientras que el refrigerante puede pasar libremente a través del filtro.

Compresor	Filtro secador
P y T	6 gramos o más
F y N	10 gramos o más
SC	15 gramos o más

UOP Molecular Sieve Division, EE.UU. (antiguo Union Carbide)	4A-XH6	4A-XH7	4A-XH9
R12	x	x	x
R22, R502	x		x
R134a, R404A		x	x
Mezclas CFC/HCFC			x
R290, R600a		x	x
Grace Davison Chemical, EE.UU.		574	594
R12, R22, R502		x	x
R134a			x
Mezclas CFC/HCFC			x
R290, R600a			x
CECA S.A., Francia		NL30R	Siliporite H3R
R12, R22, R502		x	x
R134a			x
Mezclas CFC/HCFC			x
R290, R600a			x

Filtros secadores con un tamaño de poro de 3 Ångström en relación al refrigerante: En relación al mantenimiento en equipos de refrigeración comerciales se recomienda utilizar filtros Danfoss DML.

Si es necesario utilizar un filtro sin alúmina se recomienda utilizar filtros Danfoss tipo DCC o filtros antiquemados, tipo DAS aptos para su uso con los refrigerantes R134a y R404A. Para el R600a y R290 puede utilizarse el tipo DCLE032.

**2.4**  
*Penetración de la humedad durante la reparación*

La reparación siempre debe realizarse con premura y la instalación de refrigeración no debe permanecer abierta a la atmósfera durante más de 15 minutos para evitar la absorción de humedad. Por lo tanto, se recomienda como norma general tener todos los componentes y piezas de recambio listos antes de abrir el sistema.

Si no puede realizarse la reparación de forma continuada, la instalación abierta debe sellarse con precaución y cargarse con una ligera sobrepresión de nitrógeno seco para evitar la penetración de la humedad.

**2.5**  
*Preparación del compresor y del equipamiento eléctrico*

Las arandelas de goma deben montarse en la placa base del compresor mientras éste se encuentra colocado en posición vertical sobre su placa base. Si el compresor se coloca boca abajo, el aceite se acumulará en los conectores, lo que causará problemas de soldadura. Nunca utilice arandelas de goma de un compresor defectuoso, ya que a menudo éstas están desgastadas y son más duras que las arandelas de goma nuevas. Extraiga la tapa (Capsolute) del conector de proceso del nuevo compresor y suelde un tubo de proceso al conector. Deje el compresor cerrado hasta que deba soldarse a la instalación. Además, se recomienda conectar todos los conectores en el compresor, el filtro secador y la instalación si por cualquier motivo se retrasa la reparación.

Las tapas de aluminio de los conectores nunca deben dejarse abandonados u olvidados en la instalación montada.

Estas tapas sólo están previstas para proteger el compresor durante el almacenamiento y el transporte, y no proporcionan estanqueidad en un sistema a presión. Las tapas son la garantía de que el compresor no ha sido abierto después de abandonar la fábrica de Danfoss. Si las tapas faltan o están dañadas, el compresor no debe utilizarse hasta que se haya sequado y el aceite haya sido sustituido.

Nunca recicle o utilice equipamiento eléctrico usado.

Se recomienda utilizar siempre equipamiento eléctrico nuevo con un nuevo compresor, ya que el uso del equipamiento eléctrico antiguo con un compresor nuevo puede causar averías prematuras en el compresor.

El compresor no debe arrancarse sin el dispositivo de arranque completo.

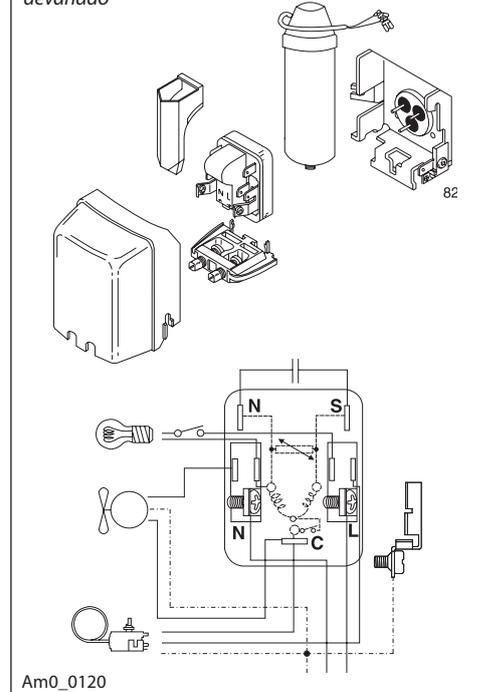
Como parte de la resistencia del circuito de arranque reside en el dispositivo de arranque, arrancar sin el dispositivo de arranque completo no proporciona un par de arranque adecuado y puede tener como resultado un sobrecalentamiento demasiado rápido del devanado de arranque del compresor y hacer que éste resulte dañado.

El compresor no debe arrancar en vacío.

Si el compresor arranca en vacío pueden producirse averías en el interior, entre los pines del cable de alimentación, ya que la propiedad aislante del aire disminuye al descender la presión.

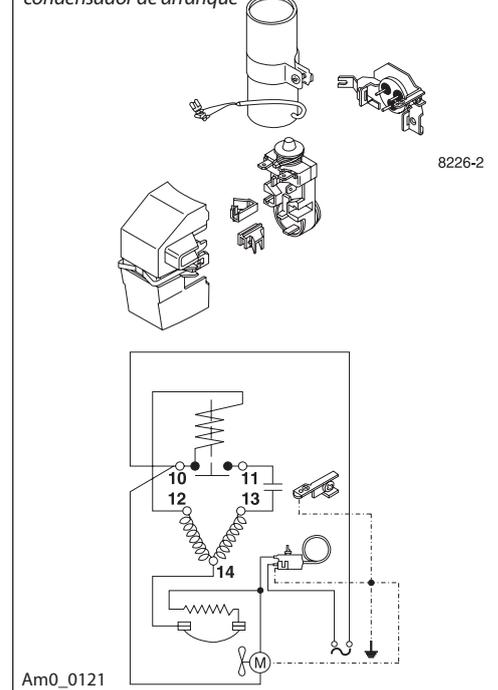
La fig. 11 muestra un diagrama eléctrico con dispositivo de arranque PTC y protector del devanado. Un condensador de arranque conectado a los terminales N y S reducirá el consumo de energía en los compresores diseñados para ello.

Fig. 11: Diagrama eléctrico con PTC y protector del devanado



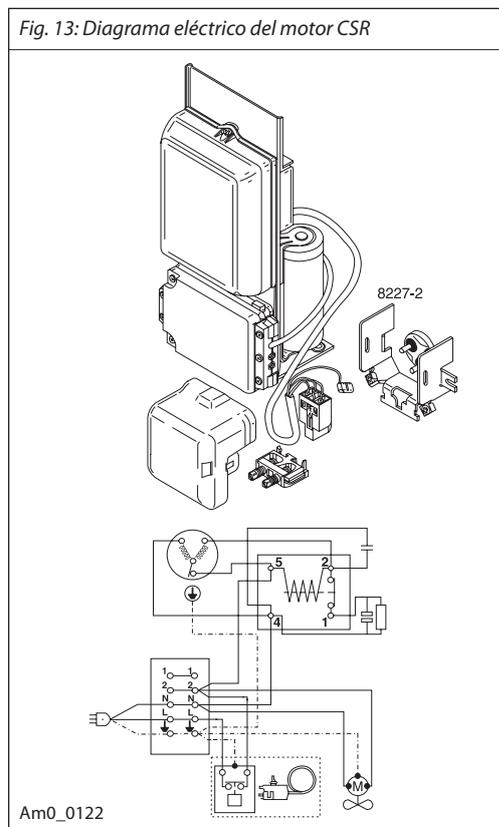
La fig. 12 muestra un diagrama eléctrico con relé de arranque y condensador de arranque, así como un protector del motor montado fuera del compresor.

Fig. 12: Diagrama eléctrico con relé de arranque y condensador de arranque



2.5  
Preparación del compresor  
y del equipamiento eléctrico  
(cont.)

La fig. 13 muestra un diagrama eléctrico para  
compresores SC grandes con motor CSR.



2.6  
Soldadura

Es muy importante que la soldadura esté bien ajustada.

Se recomienda soldar los espacios libres entre las juntas de soldadura.

	Material	Material
Soldadura de plata	Tuberías de cobre	Tuberías de acero
Easy-flo	de 0,05 a 0,15 mm	de 0,04 a 0,15 mm
Argo-flo	de 0,05 a 0,25 mm	de 0,04 a 0,2 mm
Sil-fos	de 0,04 a 0,2 mm	No apto

Los conectores de la mayoría de los compresores Danfoss son tubos de acero revestido de cobre que van soldados a la carcasa del compresor y las soldaduras no pueden sufrir daños por sobrecalentamiento durante la soldadura.

Consulte el apartado "Instrucciones de montaje" para obtener información detallada acerca de la soldadura.

2.7  
Vacío

Cuando una instalación de refrigeración está montada debe evacuarse cuidadosamente (extraiga el aire del sistema) antes de que sea cargada con refrigerante. Esto es necesario para conseguir buenos resultados de reparación. El principal objetivo de la evacuación es reducir la cantidad de gases incondensables (NCG) en el equipo y posteriormente tendrá lugar un secado limitado.

La humedad en el sistema puede causar el bloqueo por escarcha, reacciones con el refrigerante, envejecimiento del aceite, aceleración de los procesos de oxidación e hidrólisis con materiales de aislamiento.

Vacío del sistema de refrigeración.

Los gases incondensables en una instalación de refrigeración pueden aumentar la presión de condensación y, por lo tanto, pueden representar un mayor riesgo de sedimentación de depósitos carbonosos y un consumo de energía mayor.

El contenido de gases incondensables debe mantenerse por debajo de 1 vol. %.

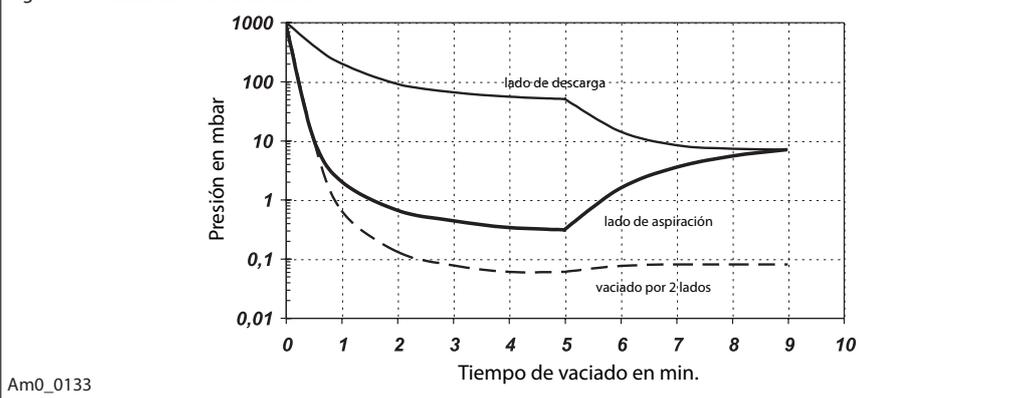
La evacuación puede realizarse de distintos modos, dependiendo del volumen en el lado de aspiración

y de descarga de la instalación. Si el evaporador y el compresor presentan un gran volumen puede realizarse la evacuación por un solo lado. Si esto no es así se recomienda realizar la evacuación por los dos lados.

La evacuación unilateral se realiza a través de la tubo de proceso del compresor, pero este método obtiene un vacío menor y un contenido de gases incondensables algo mayor. El aire debe extraerse a través del tubo capilar desde el lado de descarga de la instalación de refrigeración, lo que tiene como resultado una restricción sustancial. Como resultado se alcanza una presión mayor en el lado de descarga que en el lado de aspiración.

El factor principal para la cantidad de gases incondensables después de la evacuación es la presión igualada en el sistema, que viene determinada por la distribución de volúmenes. Típicamente, el volumen de descarga constituye del 10 al 20% del volumen total y, por lo tanto, la presión del circuito de alta tiene menor influencia en la presión igualada en este sentido que el gran volumen y baja presión del lado de aspiración.

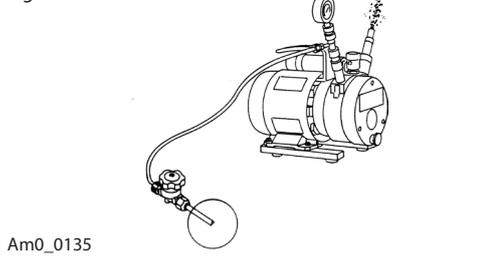
Fig. 14: Procedimiento de evacuación



2.8  
Bomba de vacío y  
vacuómetro

Para realizar una evacuación suficiente es necesario contar con una buena bomba de vacío. Consulte la figura 15.

Fig. 15: Bomba de vacío

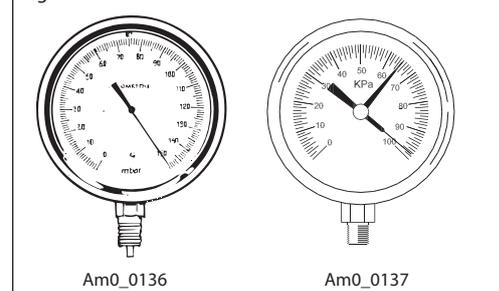


Para uso estacionario se recomienda una bomba de vacío de dos fases con una capacidad de 20 m<sup>3</sup>/h, pero para el mantenimiento es mejor utilizar una bomba de vacío más pequeña de dos fases y una capacidad de 10 m<sup>3</sup>/h, debido a su menor peso. Un compresor de refrigeración hermético no es apto para este fin, ya que no es capaz de producir suficiente baja presión y también un compresor utilizado como bomba de vacío sufrirá un sobrecalentamiento y resultaría dañado. La resistencia de aislamiento del aire se reduce al caer la presión y, por lo tanto, se producirá una avería eléctrica en el cable de alimentación de entrada o en el motor del compresor hermético.

Puede utilizarse la misma bomba de vacío para todos los refrigerantes si se carga con aceite éster. Cuando se utilizan refrigerantes inflamables R600a y R290 debe utilizarse una bomba de vacío apta para atmósferas explosivas.

No tiene sentido disponer de una bomba de vacío adecuada si el vacío obtenido no puede medirse. Por lo tanto, se recomienda utilizar siempre un vacuómetro robusto adecuado (fig. 16) capaz de medir la presión por debajo de 1 mbar.

Fig. 16: Vacuómetro



Compresores Danfoss

### 3.0 Manipulación del refrigerante

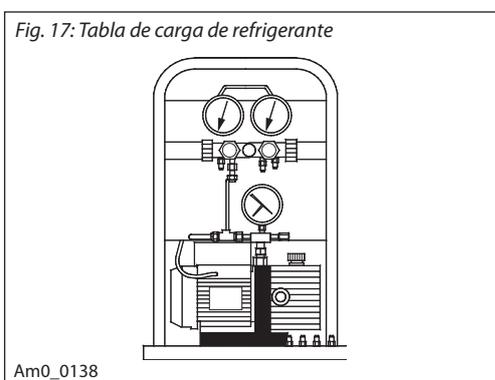
Para asegurar una vida útil razonable de la instalación de refrigeración, el refrigerante debe tener un contenido máximo de humedad de 20 ppm (20 mg/kg) como máximo. No cargue refrigerante desde un contenedor grande a una botella de carga pasando a través de varios contenedores de distintos tamaños, ya que con cada trasiego del refrigerante, el agua contenida en éste aumentará de forma considerable. Refrigerantes inflamables R290 y R600a El R600a debe guardarse y transportarse exclusivamente en contenedores autorizados y debe manipularse conforme a la normativa vigente.

No encienda llamas abiertas cerca de los refrigerantes R600a y R290. Las instalaciones de refrigeración deben abrirse mediante un cortador de tubos.

No se permite cambiar de los refrigerantes R12 o R134a al R600a, ya que los refrigeradores no están autorizados para su uso con refrigerantes inflamables y la seguridad eléctrica no ha sido comprobada de conformidad con las normas actuales vigentes. Esto mismo se aplica al cambio de los refrigerantes R22, R502 o R124a al R290.

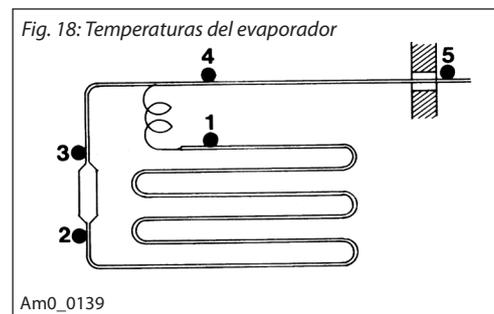
#### 3.1 Carga de refrigerante

Normalmente, la carga con refrigerante no es un problema con una carga adecuada y siempre que se conozca la cantidad de carga actual en el sistema de refrigerante. Consulte la figura 17.



Cargue la instalación siempre con el tipo y cantidad de refrigerante recomendados por el fabricante. En la mayoría de los casos esta información figura en la etiqueta de especificaciones técnicas del refrigerador. Las distintas marcas de compresores contienen diferentes cantidades de aceite. De este modo, al pasarse a otra marca se recomienda corregir la cantidad de refrigerante, para utilizar la cantidad correcta. La carga de refrigerante puede realizarse por peso o por volumen. Los refrigerantes inflamables, como el R600a y el R290 deben cargarse siempre tomando como referencia el peso. La carga por volumen debe realizarse mediante el cilindro de carga de refrigerante. El refrigerante R404A y otros refrigerantes de la serie 400 siempre deben cargarse en estado líquido.

Si se desconoce la cantidad de carga, la carga debe realizarse gradualmente, hasta que la distribución de temperatura sobre el evaporador sea correcta. Sin embargo, la mayoría de las veces será más adecuado sobrecargar el sistema y luego ir purgando refrigerante poco a poco hasta alcanzar el nivel de carga correcto. La carga de refrigerante debe realizarse con el compresor en funcionamiento, el refrigerador sin carga y con la puerta cerrada. Sabrá que ha alcanzado el nivel de carga correcto cuando la temperatura sea la misma a la entrada y a la salida del evaporador. En el conector de aspiración del compresor la temperatura debe ser aproximadamente la misma que la temperatura ambiente. Esto evitará que penetre la humedad a través del aislamiento del refrigerador. Consulte la figura 18.



Los equipos e instalaciones con válvula de expansión deben cargarse con refrigerante hasta que no se vean burbujas a través del visor de líquido, el cual debe estar colocado lo más cerca posible de la válvula de expansión.

#### 3.2 Carga máxima de refrigerante

Si se supera el límite de carga admisible de refrigerante que figura en la hoja de datos técnicos del compresor, el aceite formará espuma en el compresor después del arranque en frío y ello puede causar daños en las válvulas del compresor. La carga de refrigerante nunca debe superar la capacidad del lado del condensador de la instalación.

Consulte asimismo las hojas de datos técnicos del compresor, ya que la carga máxima de refrigerante existente puede variar en los distintos modelos, a partir de los datos que aparecen en la tabla. La carga máxima de 150 gr. para R600a y R290 es un límite máximo de seguridad de las normas para electrodomésticos, mientras que los otros pesos se establecen para evitar golpes de líquido.

Compresor tipo	Carga de refrigerante máxima admisible			
	R134a	R600a	R290	R404A
P	300 g	120 g		
T	400 g	150 g	150 g	600 g
TL...G	600 g	150 g	150 g	
N	400 g	150 g	150 g	
F	900 g	150 g		850 g
SC	1300 g		150 g	1300 g
SC-Twin	2200 g			

**3.3  
Prueba**

Antes de finalizar una reparación debe examinarse todo el equipo de refrigeración para asegurarse de que se ha conseguido el resultado esperado. Debe asegurarse de que el evaporador puede enfriarse y permitir así la obtención de las temperaturas solicitadas.

En instalaciones con tubo capilar como dispositivo reductor es importante comprobar si el compresor funciona de forma satisfactoria mirando el termostato. Además, debe comprobarse si el diferencial del termostato

permite suficientes intervalos de parada para la igualación de la presión, de forma que un compresor LST (de bajo par de arranque), si lo hay, pueda arrancar y funcionar sin que se dispare el protector del motor.

En las zonas en las que pueda producirse una subtensión es importante comprobar el estado de funcionamiento al 85% de la tensión nominal, ya que tanto el par de arranque como el par máximo del motor descenderán al caer la tensión.

**3.4  
Prueba de fugas**

El equipo de refrigeración hermético debe ser estanco y si se desea que un refrigerador alcance una vida útil razonable será necesario mantener las fugas por debajo de 1 gramo de refrigerante al año.

Como muchos equipos de refrigeración con los refrigerantes inflamables R600a y R290 presentan unas cantidades de carga por debajo de 50 gr. en estos casos las fugas deberán encontrarse por debajo de los 0,5 gr. de refrigerante anual. Esto requiere un equipo de comprobación electrónico de alta calidad capaz de medir estas fugas de pequeña magnitud.

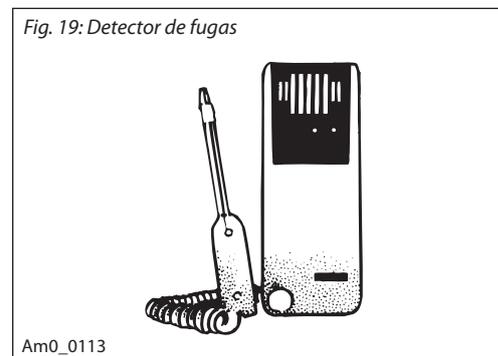
Es importante comprobar todas las juntas soldadas de la instalación, también en los lugares en los que no se han realizado reparaciones.

Las juntas del lado de descarga de la instalación (desde el conector de descarga del compresor hasta el condensador y el filtro secador) deben examinarse mientras el compresor se encuentra en funcionamiento, con lo que se obtienen los valores máximos de presión.

El evaporador, el tubo de aspiración y el compresor deben examinarse con el compresor parado y mientras se iguala la presión de la instalación, ya que así se obtendrán los valores máximos de presión aquí. Consulte la figura 19.

Si no está disponible ningún detector electrónico (fig. 19) puede examinar las juntas utilizando agua jabonosa o con un spray, no obstante, las fugas pequeñas no podrán ser detectadas de este modo.

Fig. 19: Detector de fugas



Am0\_0113

**4.0**  
**Sustitución de un**  
**compresor defectuoso**

A continuación se describe un procedimiento para sustituir un compresor defectuoso en una instalación de refrigeración hermética siguiendo las normas principales. Una condición previa es que exista una sobrepresión del refrigerante en la instalación y que la instalación no haya sido contaminada por

la humedad. El refrigerante debe coincidir con el refrigerante original. Durante la localización de averías, se ha detectado que el compresor presenta un fallo. Si el motor se ha quemado como resultado de una fuerte contaminación del sistema, es necesario seguir otro procedimiento.

4.1  
*Preparación de*  
*componentes*

Al tener preparados previamente los recambios se evitan retrasos posteriores con la instalación abierta y de este modo se evita el riesgo de penetración de la humedad y las impurezas. Debe montarse una válvula de servicio en el conector de proceso del nuevo compresor. En algunos casos puede ser beneficioso montar una parte del tubo de conexión en el conector de aspiración del compresor.

Así se podrá conectar el tubo de aspiración al compresor más allá del compresor posteriormente, si no dispone de espacio suficiente para el montaje en el compartimento de la máquina. Cuando el compresor está listo, la válvula de proceso y los conectores deben cerrarse. Además, debe estar listo el tipo correcto de filtro secador, aunque la tapa debe permanecer intacta.

4.2  
*Purga de la carga*

Coloque una válvula auxiliar con conexión a un recipiente acoplado al tubo de proceso del compresor. Pinche el tubo y recoja el refrigerante conforme las normas indicadas. Siga las directrices que se proporcionan arriba.

4.3  
*Extracción de un compresor*  
*defectuoso*

Corte el tubo de aspiración y el de descarga del compresor con un cortador de tubos a una distancia de 25 a 30 mm aprox. de los conectores en cuestión, pero previamente, los lugares que se van a cortar deben desbarbarse con papel de lija para preparar la soldadura. Si es necesario comprobar el compresor posteriormente, los extremos de los tubos deben sellarse mediante tapones de goma.

Para facilitar cualquier análisis o reparación de garantía posteriormente, será necesario adjuntar al compresor la causa de la avería y la fecha de fabricación del refrigerador. Los compresores para R600a y R290 siempre deben evacuarse y sellarse antes de devolverlos al fabricante o distribuidor del refrigerador.

4.4  
*Extracción de los residuos de*  
*refrigerante*

Para evitar la descomposición de los residuos de refrigerante en la instalación durante las posteriores operaciones de soldadura, será necesario soplar la instalación de forma exhaustiva utilizando nitrógeno seco.

Esto se lleva a cabo conectando el tubo de unión desde la botella de nitrógeno seco, primero al tubo de aspiración cortado y luego al tubo de descarga cortado.

4.5  
*Extracción del filtro secador*

El filtro secador en la salida del condensador debe cortarse con un cortador de tubos, pero para ello deberá emplearse un método distinto.

Aplique un ligero caudal de nitrógeno seco a través del tubo de descarga que va hasta el condensador y mantenga este flujo mientras que extrae el filtro con precaución utilizando un soplete. Evite calentar la propia carcasa del filtro.

4.6  
*Limpieza de las juntas de*  
*soldadura y reensamblaje*

La plata de soldadura debe eliminarse de la salida del condensador. El mejor modo de llevar esto a cabo es eliminándola mediante un cepillado mientras la plata de soldadura aún se encuentra en estado líquido. Los otros extremos del tubo deben prepararse para soldarlos si esto no se ha realizado aún. Evite que la suciedad y las partículas de metal penetren en la instalación cuando desbarbe las juntas soldadas. Si fuera necesario, realice un soplado con nitrógeno seco durante el desbarbado. El nuevo filtro secador debe montarse a la salida del condensador y el filtro debe mantenerse tapado hasta que pueda realizar el montaje. Evite calentar la propia carcasa del filtro con la llama. Antes de soldar el tubo capilar al filtro debe efectuar un pequeño tope en el tubo, como se describe arriba, para asegurarse de que el extremo del tubo se encuentre posicionado correctamente en el filtro y evitar bloqueos.

Preste atención al soldar el tubo capilar para evitar accidentes por quemadura. Monte el compresor, el cual ya durante la preparación debe equiparse con tacos de goma. Monte el equipamiento eléctrico y conecte el cableado. La evacuación y la carga deben realizarse como se indica en los apartados 2.7 y 3.1. Las pruebas que deben realizarse aparecen descritas en los apartados 3.3 y 3.4. Cuando se aprieta y se suelda el tubo de proceso, es necesario extraer la válvula de proceso.

**5.0  
Del R12 a otros  
refrigerantes**

Mientras se disponga de refrigerante R12 nuevo o reciclado éste deberá utilizarse. Es imposible proporcionar R12 o es ilegal utilizarlo. Por lo tanto deberá sopesar si vale la pena realizar una reparación.

Casi no merece la pena reparar instalaciones de refrigeración pequeñas y antiguas, ya que implica la sustitución del compresor. Otro punto a tener en cuenta es el uso de un refrigerante alternativo en lugar del R12.

**5.1  
Del R12 a un refrigerante  
alternativo**

Para temperaturas de evaporación bajas y medias se ha venido utilizando el R401A y para temperaturas de evaporación bajas el R401B en sustitución del R12. Sin embargo no puede recomendarse el uso de los llamados refrigerantes-mezcla.

Si el R12 no está disponible o si su uso no está permitido se recomienda utilizar el R134a. Consulte también el apartado 1.5.

**5.2  
Del R12 al R134a**

La conversión del R12 al R134a entraña un riesgo considerable de posibles residuos de refrigerante descompuesto, en particular de iones de cloro o que el refrigerante y los residuos de aceite mineral o alquilbencenos permanezcan intactos en la instalación. Por lo tanto, debe establecerse un procedimiento durante el cual estas sustancias no deseables se reduzcan hasta alcanzar un nivel que no represente un problema grave en la instalación de refrigeración reparada. Antes de comenzar la conversión al R134a asegúrese de que el motor del compresor original no está "quemado". Si este es el caso, el compresor no debe sustituirse, ya que el riesgo de contaminación es demasiado alto. La conversión al R134a siempre requiere sustituir el compresor, ya que es necesario montar un compresor R134a original, incluso si el compresor R12 está intacto.

- Enjuague todos los componentes de la instalación con nitrógeno seco.
- Efectúe la reparación.
- Monte un nuevo compresor R134a con la capacidad de refrigeración adecuada.
- Monte un nuevo filtro secador con desecante 4AXH7 o 4AXH9 o equivalente.
- Evacúe y cargue la instalación con R134a.

En instalaciones LBP la carga óptima de R34a será menor que la carga R12 original. Se recomienda comenzar cargando un 75% de la carga original y luego ir aumentando poco a poco la carga hasta que la instalación quede equilibrada.

Debe realizar los siguientes pasos de forma continuada. Si se produjeran interrupciones de todos modos, todos los tubos y uniones deben bloquearse. Se asume que la instalación está limpia y que se trata de un circuito de evaporación sencillo.

- Si la instalación ha perdido su carga debe localizarse la fuga.
- Instale una válvula de servicio en el tubo de proceso del compresor.
- Recoja el refrigerante restante.
- Ecualice la presión hasta alcanzar la presión atmosférica utilizando nitrógeno seco.
- Extraiga el compresor y el filtro secador de la instalación.

- Sellar el tubo de proceso.
- Compruebe si hay fugas.
- Ponga en marcha la instalación.
- Tras finalizar la reparación debe marcar siempre en la instalación qué tipo de aceite de refrigerante y compresor contiene.
- Después de volver a montar la instalación, ésta volverá a funcionar, aunque habrá una pequeña cantidad de residuos del R12 circulando, lo que puede obstaculizar la inyección en el evaporador, en particular en instalaciones con tubo capilar. La cantidad de residuos existente en el aceite es un factor decisivo para el uso práctico de la instalación de refrigerante.

**5.3  
Del R134 al R12**

Puede utilizarse un procedimiento correspondiente al descrito en el apartado 5.2. Utilice un compresor R12 original, un refrigerante R12 y un filtro secador del tipo 4A-XH6, 4A-XH7 o 4A-XH9.

Tenga presente que la carga de R12 será mayor que la carga del R134a original y que en la mayoría de los países no está permitido utilizar refrigerante R12, aunque en algunos casos excepcionales esta puede ser una alternativa.

**5.4  
Del R502 al R404A**

Se parte de la premisa de que el compresor está defectuoso y que debe ser sustituido por un compresor R404A original. Sin embargo, el nuevo compresor debe cargarse con aceite polioléster autorizado.

El filtro secador debe sustituirse por un nuevo filtro con desecante del tipo 4A-XH9. Los residuos de aceite del compresor original, el aceite mineral o el alquilbenceno deben eliminarse de los componentes de la instalación.

Si el sistema está muy contaminado debe enjuagarse de forma exhaustiva con nitrógeno seco.

En casos excepcionales será necesario sustituir el aceite del compresor.

El siguiente procedimiento se realiza como se indica en el apartado 5.2.

**6.0  
Instalaciones  
contaminadas por  
la humedad**

En las instalaciones contaminadas por la humedad, tanto el grado de contaminación como el ámbito de la reparación pueden variar. Las instalaciones que contengan humedad pueden dividirse en dos categorías: de bajo nivel de contaminación y de alto nivel de contaminación.

Los sistemas con bajo nivel de contaminación permanecen intactos y mantienen la sobrepresión del refrigerante. Las instalaciones con un elevado nivel de contaminación, por el contrario, se distinguen por haber estado en contacto con la atmósfera o porque la humedad se ha aportado directamente. Estos dos tipos de defecto se tratarán mediante métodos diferentes.

6.1  
*Contaminación baja*

Este defecto se caracteriza por interrupciones frecuentes de la refrigeración, debido a que la escarcha bloquea el tubo capilar o la válvula de expansión. Al suministrarse calor, la escarcha se elimina gradualmente pero si el refrigerante circula, el bloqueo volverá a formarse rápidamente. Este defecto puede deberse a los siguientes motivos: La instalación no se ha montado correctamente. Los componentes utilizados pueden tener humedad. Posiblemente se ha utilizado un refrigerante con un alto porcentaje de humedad. A menudo, la instalación es nueva o acaba de repararse. Generalmente existe poca humedad y por lo tanto, este defecto puede solucionarse sustituyendo el refrigerante o el filtro secador. Este procedimiento se lleva a cabo del siguiente modo:

La temperatura de evaporación del sistema también puede aumentar calentando el evaporador. No utilice ninguna llama abierta para calentar.

- a) Abra la instalación en el tubo de proceso y recoja el refrigerante. Es beneficioso dejar funcionar el compresor hasta que se caliente. De este modo se reducirá la humedad y el refrigerante que queda en el motor o en el aceite. Cuando la escarcha bloquee el tubo capilar o la válvula de expansión es posible poner en marcha el compresor y esperar hasta que caliente, pero la instalación no funcionará. Si el tubo capilar o la válvula de expansión están accesibles, la zona en la que se produce el bloqueo puede mantenerse caliente con una lámpara de calentamiento o un trapo con agua caliente para conseguir la circulación del refrigerante.

- b) Tras recoger el refrigerante, será necesario soplar la instalación con nitrógeno seco. La inyección de nitrógeno debe realizarse a través del tubo de proceso del compresor y primero debe soplar el lado de aspiración y posteriormente el lado de descarga, dirigiendo primero el flujo de nitrógeno desde el compresor a través del tubo de aspiración y el evaporador y al exterior a través del tubo capilar, posteriormente a través del compresor y el condensador y al exterior pasando por el filtro secador a través de la salida del condensador. Es una ventaja soplar con una presión lo suficientemente alta como para eliminar todo el aceite de los componentes.
- c) Sustituya el filtro secador y el tubo de proceso como se describe arriba. Vale la pena utilizar un secador de filtro sobredimensionado.
- d) Cuando se vuelve a montar la instalación debe llevarse a cabo la evacuación con sumo cuidado. Lleve a cabo la carga y la comprobación conforme a las directrices previamente mencionadas.

6.2  
*Contaminación alta*

Si existe una rotura en la instalación de refrigeración y la sobrepresión del refrigerante se escapa se producirá la contaminación por humedad. Cuando más tiempo permanece abierta la instalación en contacto con la atmósfera mayor será el grado de contaminación. Si el compresor se encuentra en funcionamiento al mismo tiempo, la situación se agravará aún más. La cantidad de humedad admisible se distribuirá en el compresor, filtro secador y otros componentes de la instalación, en función de su capacidad de retención de la humedad. En el compresor será especialmente la carga de aceite la que absorberá el agua. En el evaporador, el condensador y los tubos, la contaminación vendrá determinada principalmente por la cantidad de aceite presente en ellos. Por supuesto, las mayores cantidades de agua se acumularán en el compresor y en el filtro secador. Asimismo existe un elevado riesgo de que los sedimentos carbonosos hayan comenzado a dañar el compresor. Por lo tanto, será necesario sustituir el compresor y el filtro secador durante el procedimiento de reparación normal.

- a) Desmunte el compresor de la instalación utilizando un cortador de tubos.
- b) Rompa el tubo capilar de la salida del condensador y sople el condensador con nitrógeno seco como gas protector. Desmunte el filtro secador. Repita el soplado aumentando la presión para extraer aceite del condensador, si aún queda. Tape la entrada y la salida del condensador.
- c) Proceda del mismo modo con la tubería del intercambiador de calor y el evaporador. La oportunidad de un soplado eficiente mejora si el tubo capilar se rompe en la entrada del evaporador. El soplado con nitrógeno se realizará en dos pasos: primero el tubo de aspiración y el evaporador y luego, los tubos capilares. Si el motivo de reparación es un tubo capilar roto, debe cambiar el modo de actuación para sustituir todo el intercambiador de calor al completo.
- d) Monte un nuevo compresor en la instalación y un nuevo filtro secador del tamaño adecuado.

6.2  
Contaminación alta (cont.)

La evacuación debe realizarse prestando especial atención y, posteriormente, la carga y la comprobación deberán seguir las normas vigentes. El proceso descrito se recomienda para instalaciones de refrigeración sencillas. Si la instalación es de difícil acceso y su diseño es complejo le recomendamos llevar a cabo el siguiente procedimiento en su lugar.

- e) Desmonte el compresor de la instalación y trátelo conforme a las indicaciones del punto a.
- f) Rompa el tubo capilar en la salida del condensador.  
Sople con nitrógeno los tubos de aspiración y de descarga.

- g) Monte un nuevo filtro sobredimensionado en la salida del condensador. Conecte el tubo capilar al filtro secador.
- h) Si la instalación, excepto el compresor, está intacta, realice un secado.  
Esto se lleva a cabo mediante la conexión simultánea del tubo de aspiración y de descarga a una bomba de vacío y la evacuación a una presión inferior a 10 mbar. Ecualice la presión utilizando nitrógeno seco. Repita la evacuación y la igualación de presión.
- i) Monte un nuevo compresor.  
Luego, realice la evacuación, la carga y la comprobación.

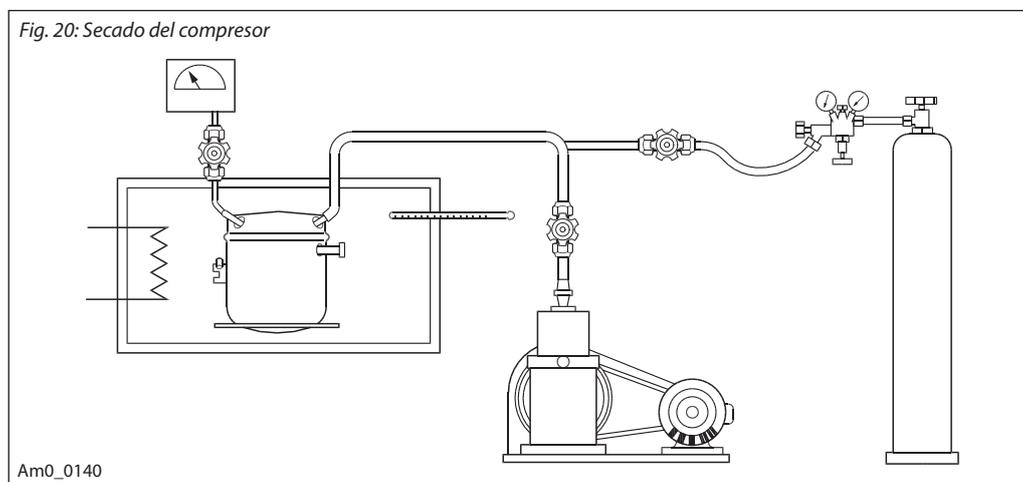
6.3  
Secado del compresor

En algunos países puede ser necesario reparar un compresor contaminado de humedad en un taller. El proceso de secado descrito en este manual puede ofrecer el resultado deseado, siempre que el proceso se siga al pie de la letra. Purgue la carga de aceite del compresor. Luego enjuague el interior del compresor con medio litro a un litro de refrigerante o disolvente a baja presión no inflamable. Bloquee el compresor con el disolvente en su interior y agítelo en todas direcciones para que el refrigerante entre en contacto con todas las superficies del compresor. Recoja el disolvente como está establecido. Repita la operación una o dos veces para asegurarse de que no quedan residuos de aceite en el compresor. Luego sople el compresor con nitrógeno seco. Conecte el compresor a una instalación como la que se muestra en la fig. 20.

Bloquee el conector de descarga. Las uniones al conector de aspiración del compresor deben ser estancas. Esto puede conseguirse mediante juntas de soldadura o utilizando una manguera de vacío adecuada.

Lleve el compresor hasta una temperatura entre 115°C y 130°C antes de comenzar la evacuación. Luego comience la evacuación que hará descender la presión del compresor hasta 0,2 mbar o menos. Las juntas de la instalación de vacío deben ser estancas para conseguir el vacío requerido. El contenido de humedad en el compresor también influirá en el tiempo necesario para alcanzar el vacío. Si el compresor está altamente contaminado, se recomienda realizar unas pocas igualaciones de presión con nitrógeno seco hasta alcanzar la presión atmosférica para facilitar el proceso. Corte la conexión al instrumento de vacío durante la igualación de presión. La temperatura y el vacío deben mantenerse durante 4 horas aprox. Antes de terminar el proceso de secado es necesario igualar la presión del compresor hasta alcanzar la presión atmosférica con nitrógeno seco y sellar los conectores. Cargue el compresor con el tipo de aceite y en la cantidad especificada y móntelo en la instalación de refrigeración.

Fig. 20: Secado del compresor



Am0\_0140

6.4  
Carga de aceite

En algunos casos puede ser necesario *rellenar* un compresor con aceite si éste ha perdido algo de carga.  
En algunos compresores Danfoss, la cantidad de aceite figura en la etiqueta de especificaciones técnicas, sin embargo, esto no sucede en todos los casos, de forma que el tipo y la cantidad de aceite deben consultarse en la hoja de datos técnicos del compresor.

Es imprescindible utilizar el aceite autorizado para el compresor en cuestión. Si se pierde carga en el compresor, ésta debe reemplazarse. Generalmente se asume que unos 50 ccm aprox. de la carga de aceite permanecerán en el compresor después de haber sido vaciado completamente mediante la purga de aceite realizada a través de una conexión.

7.0  
Pérdida de la carga de refrigerante

El término "carga perdida" designa los casos en los que la función de refrigeración deseada no se realiza debido a que no existe una cantidad suficiente de refrigerante en la instalación.  
El proceso de reparación implica una sobrepresión del refrigerante en la instalación, de forma que puedan descartarse los problemas debidos a la contaminación por humedad en el sistema.  
La "carga perdida" se caracteriza por el hecho de que no se alcanza la refrigeración prevista. El tiempo de funcionamiento es largo y el compresor puede funcionar continuamente. La formación de escarcha en el evaporador sólo es parcial y ésta quizás sólo se concentra alrededor de la zona de inyección. El compresor funcionará a bajas presiones de evaporación y esto implica baja capacidad y consumo de alimentación. El compresor presentará una mayor temperatura que la habitual debido a la baja circulación de refrigerante.  
La diferencia entre "carga perdida" y "tubo capilar bloqueado" consiste en la presión predominante del condensador, sin embargo, transcurrido un tiempo, la presión será la misma en ambos casos. El "tubo capilar bloqueado" tiene como consecuencia que el refrigerante se bombea al condensador y la presión se eleva. Sin embargo, a medida que el evaporador se vacía por la acción del bombeo, el condensador se enfría. Si el bloqueo es total, no se realizará la igualación de presión durante la parada. Con la "carga perdida", sin embargo, la presión en el condensador será inferior a la normal.  
Una parte considerable del proceso de reparación consiste en localizar la causa del fallo. Si esto no se hace, sólo será cuestión de tiempo hasta que el fallo se produzca de nuevo.  
Si el tubo capilar se bloquea en una instalación pequeña, generalmente se desechará, pero en instalaciones de grandes dimensiones y elevado coste económico, podría ser adecuado sustituir el intercambiador de calor de la tubería de aspiración.

Los pasos principales en el proceso de reparación pueden realizarse del siguiente modo (sólo para refrigerantes no inflamables).

- a) Instale una válvula de servicio en el tubo de proceso del compresor. Instale un manómetro y utilícelo para localizar la avería.
- b) Aumente la presión del refrigerante de la instalación hasta 5 bar.
- c) Examine todas las juntas para comprobar si existen fugas de aceite. Realice una profunda búsqueda con equipo de detección de fugas hasta detectar la fuga.
- d) Libere la sobrepresión de la instalación. Rompa el tubo capilar en la salida del condensador. Luego sopla la instalación con nitrógeno seco.
- e) Sustituya el filtro secador como se describe arriba. Sustituya el tubo de proceso y repare la fuga.
- f) Evacúe y cargue la instalación con refrigerante. Luego realice una nueva prueba de estanqueidad (fugas) y revise la instalación. Después de la prueba de presión del sistema con alta presión realice una purga de arranque lento con una bomba de vacío grande, ya que de lo contrario el aceite puede salir bombeado del sistema.

**8.0**  
**Motor del compresor quemado**

Un motor quemado ha destruido el aislamiento del cableado. Quemado significa los motores cuyo aislamiento del cableado se ha descompuesto.

El quemado en una situación real se caracteriza porque el aislamiento del cableado del motor ha sido sometido a temperaturas extremas durante mucho tiempo.

Si las temperaturas en un compresor cambian, de forma que el material aislante se vea sometido a una temperatura extrema durante mucho tiempo, se producirá un quemado.

Estas condiciones extremas pueden producirse cuando la ventilación empeora (p.ej. debido a un ventilador defectuoso), cuando el condensador está sucio o si se producen unas condiciones anómalas en la tensión.

El fallo "carga perdida" puede tener un efecto similar. Parte de la refrigeración del motor se realiza mediante el refrigerante que pasa circulando. Cuando el sistema de refrigeración pierde carga, esto afecta a la presión de evaporación, que desciende de forma anómala. Como consecuencia de ello, circula una menor cantidad de refrigerante por unidad de tiempo y disminuye la refrigeración.

En muchos casos aunque haya un protector del motor montado en el equipamiento eléctrico, esto no ofrece protección para evitar estos casos. El protector del motor se activa tanto por la corriente como por la temperatura. Si el consumo de alimentación es bajo, se requiere

una temperatura alta alrededor del protector para producir una desconexión. Sin embargo, si las temperaturas de evaporación caen, la diferencia de temperatura entre el motor y la carcasa del compresor aumentará debido a la deficiente transmisión calorífica.

Los protectores del devanado colocados directamente en la mayoría de los motores ofrecen una mejor protección en esta situación, ya que se activan principalmente por la temperatura del devanado del motor.

Si el aislamiento del cable está descompuesto, aparecerán unas temperaturas muy elevadas en el cableado cortocircuitado. Esto puede causar una mayor descomposición aún del refrigerante y el aceite. Mientras el compresor se encuentre en buen estado de funcionamiento, todo este proceso puede tener como resultado productos derivados de la avería circulando por la instalación y contaminando así el sistema. Cuando algunos refrigerantes se descomponen generan ácidos. Si no se lleva a cabo la limpieza junto con la sustitución del compresor, pronto se producirá otra avería.

Los defectos del motor en compresores herméticos en refrigeradores domésticos son relativamente poco frecuentes.

Generalmente, los fallos en el devanado de arranque no provocan la contaminación del sistema, sino que es un cortocircuito en el devanado principal lo que probablemente provoque una contaminación.

**8.1**  
*Acidez del aceite*

Como un motor quemado puede tener como consecuencia la contaminación de la instalación por ácidos, la acidez debe tenerse en cuenta como un criterio para saber si el sistema necesita ser limpiado de forma exhaustiva.

El propio compresor y el lado de descarga de la instalación hasta el filtro secador será la zona más contaminada de la instalación. Una vez se extrae el refrigerante de la instalación, el aceite del compresor presentará contaminación o acidez.

Puede realizarse una sencilla evaluación con una muestra de aceite en un vidrio de ensayo limpio. Si el aceite está oscuro, opaco y quizás contaminado con partículas de descomposición del aislamiento del motor y si también huele a ácido, estos son indicios de que existe un problema.

**8.2**  
*Instalación quemada*

No se recomienda reparar una instalación quemada con productos de descomposición y si ha de realizarse una reparación de todos modos, es indispensable eliminar los productos de descomposición de la instalación para evitar la contaminación y averiar el compresor nuevo. Puede realizar los siguientes pasos.

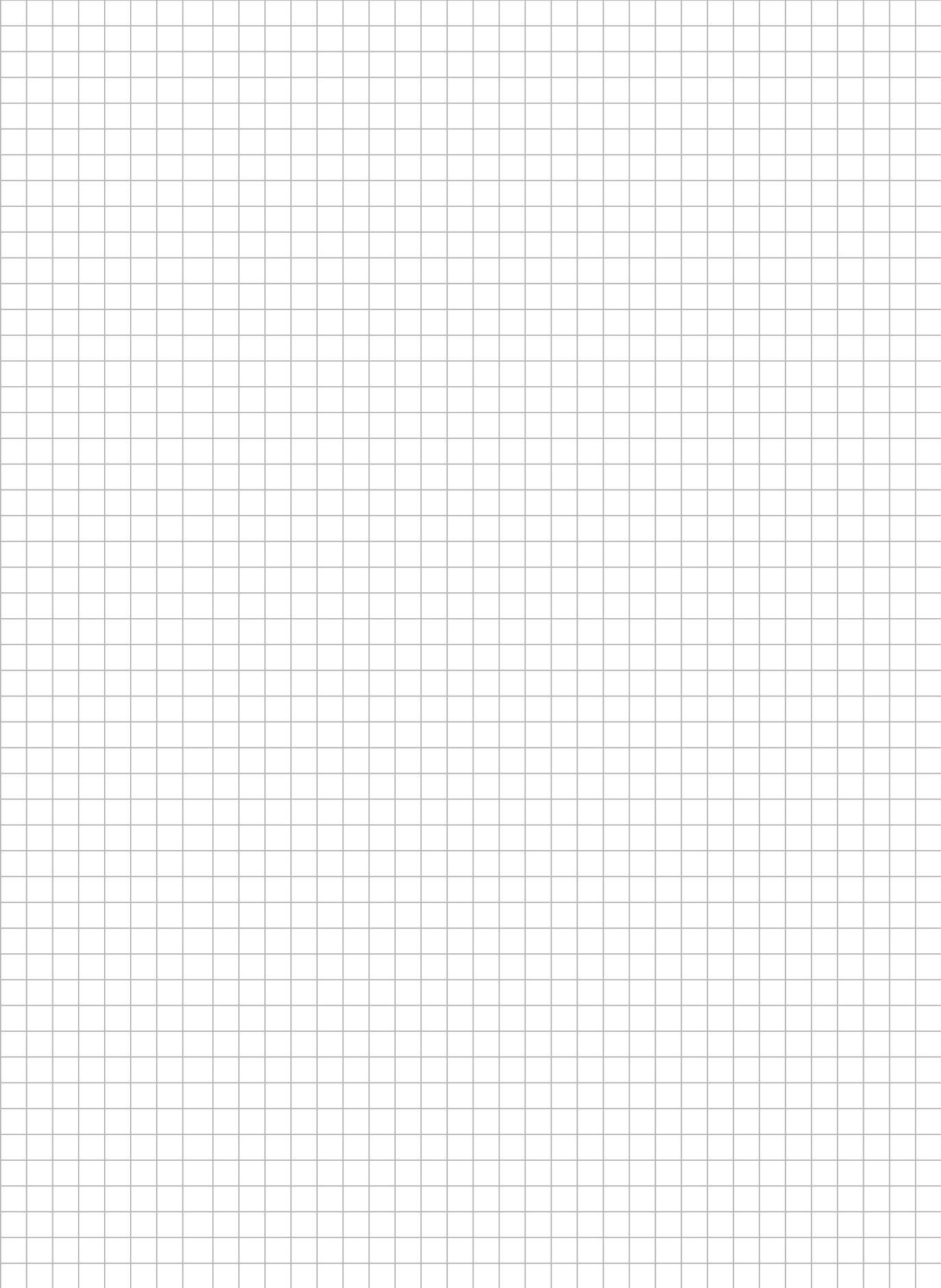
- a) Desmonte el compresor defectuoso. Sople a través de los tubos para eliminar el aceite usado.
- b) Monte un nuevo compresor y un filtro protegido frente a sobretemperaturas Danfoss DAS en la línea de aspiración junto al compresor para protegerlo frente a los productos contaminantes. Sustituya el filtro secador en el condensador por un filtro DAS.

- c) Evacúe y cargue la instalación. Luego, deje funcionar el sistema de forma continua durante al menos 6 horas.
- d) Compruebe la acidez del aceite. Si el aceite está bien, no es necesario realizar una limpieza adicional. Extraiga el filtro de la tubería de aspiración. Sople a través del tubo capilar. Monte un nuevo secador de filtro en la salida del condensador, p.ej. Danfoss DML. Evacúe y cargue la instalación con refrigerante.
- e) Si el aceite presenta acidez bajo el punto d), sustituya el filtro de la tubería de aspiración y deje funcionar la instalación durante otras 48 horas y luego compruebe el aceite. Si el aceite está bien, prosiga con el paso d)



Índice	Página
1.0 Refrigerante .....	117
1.1 Presión.....	117
1.2 Capacidad .....	118
1.3 Carga de refrigerante .....	118
1.4 Pureza .....	118
2.0 Materiales .....	119
2,1 Secadores.....	119
3.0 Inflamabilidad y seguridad .....	119
3.1 Equipo .....	120
3.2 Fabricación.....	121
4.0 Diseño de la instalación de refrigeración.....	121
4.1 Intercambiadores de calor .....	122
4.2 Capilar .....	122
4.3 Vacío.....	122
4.4 Limpieza de los componentes .....	123
5.0 Mantenimiento .....	123
Referencias.....	123

# Notas



El refrigerante R290, o propano, es una sustitución posible para otros refrigerantes, los cuales tienen un alto impacto sobre el medio ambiente, en equipos herméticos pequeños, tales como los refrigeradores y congeladores comerciales de serie. Presenta un potencial de agotamiento de ozono cero (ODP en inglés) y un inapreciable potencial de calentamiento global (en inglés, GWP) Además, es una sustancia que forma parte de los gases del petróleo derivados de fuentes naturales.

El refrigerante R290 ha venido utilizándose en plantas de refrigeración en el pasado y aún

se emplea en algunas plantas industriales. En bombas de calor y equipos de aire acondicionado domésticos, el R290 se ha venido utilizando en Alemania desde hace algunos años, no obstante, ha obtenido distintos niveles de aceptación. Debido a la disponibilidad del propano en todo el mundo, se ha debatido ampliamente como un sustituto de los CFC.

El propano R290 es un refrigerante posible para esta instalación, con buena eficiencia energética, no obstante es necesario tomar medidas especiales con respecto a la inflamabilidad del propano.

## 1.0 Refrigerante

Las propiedades del R290 difieren de las de otros refrigerantes comúnmente utilizados en instalaciones herméticas pequeñas, tal y como se muestra en la tabla 1. Esto conlleva un diseño diferente de detalles en numerosos casos.

Tabla 1: Comparación de los datos técnicos de los refrigerantes

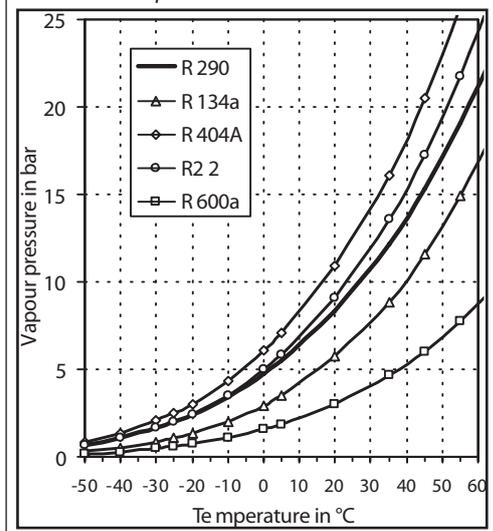
Refrigerante	R290	R134a	R404A	R22	R600a
Denominación	Propano	1,1,1,2-Tetra-flouro-etano	Mezcla R125 R143a R134a	Cloro-difluoro-metano	Isobutano
Fórmula	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CF <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> F	44/ 52/4	CHF <sub>2</sub> Cl	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> CH
Temperatura máxima en [°C]	96.7	101	72.5	96.1	135
Peso molecular en kg/kmol	44.1	102	97.6	86.5	58.1
Punto de ebullición normal en °C	-42.1	-26.5	-45.8	-40.8	-11.6
Presión a -25 °C en bar (absolutos)	2.03	1.07	2.50	2.01	0.58
Densidad del líquido a -25 °C en kg/l	0.56	1.37	1.24	1.36	0.60
Densidad del vapor a -25/+32 °C en kg/m <sup>3</sup>	3.6	4.4	10.0	7.0	1.3
Capacidad volumétrica a -25/55/32 °C en kJ/m <sup>3</sup>	1164	658	1334	1244	373
Entalpía de vaporización a -25 °C en kJ/kg	406	216	186	223	376
Presión a + 20 °C en bar (absolutos)	8.4	5.7	11.0	9.1	3.0

### 1.1 Presión

Una diferencia entre el R290 y el R134a es el nivel de presión, que se asemeja al R22 y al R404A, p.ej. a -25 °C de evaporación la presión es aprox. un 190 % del R134a, un 81 % del R404A, un 350% del R600a o casi igual a la del R22. En relación a este dato, el punto de ebullición normal se encuentra cercano al del R22. Así, los evaporadores deberán ser diseñados de forma similar que para el R22 o R404A.

Los niveles de presión y de temperatura extrema son casi idénticos a los del R22. Sin embargo, la temperatura de descarga es mucho menor. Esto ofrece la oportunidad de trabajar a mayores relaciones de presión, implica unas temperaturas de evaporación más bajas o a mayores temperaturas del gas de aspiración.

Fig. 1: Presión del vapor de distintos refrigerantes frente a la temperatura



Am0\_0141

1.2  
Capacidad

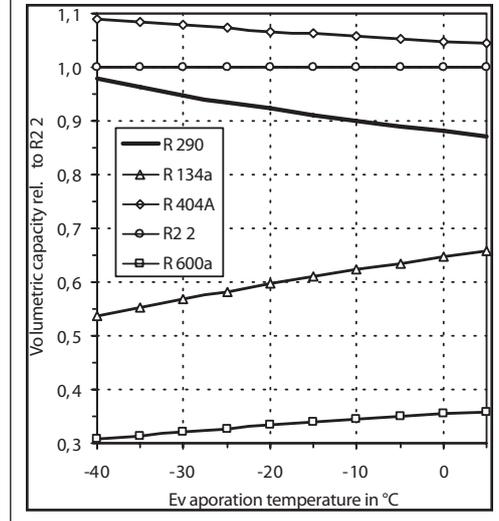
El R290 presenta una capacidad volumétrica del 90% aprox. del R22 o del 150% del R134a a 45 °C de temperatura de condensación, como se ve en la fig. 2.

Debido a ello, el volumen de barrido de gases necesario para el compresor está cercano al R22 también, y es de un 10% a un 20% mayor que para el R404A.

La capacidad volumétrica es de 2,5 a 3 veces aprox. la capacidad del R600a. Por lo tanto, elegir entre el R290 o el R600a producirá diferencias en el diseño de la instalación debido al distinto flujo de volumen necesario para las mismas necesidades de refrigeración.

La capacidad de refrigeración volumétrica es un valor calculado a partir de la densidad del gas de aspiración y la diferencia de entalpía de evaporación.

Fig. 2: Capacidad volumétrica del R290, R134a, R404A y R600a, en relación al R22, sobre la temperatura de evaporación, a una temperatura del gas de condensación de 45 °C y de aspiración de 32 °C, sin subenfriamiento.



Am0\_0142

1.3  
Carga de refrigerante

Si el R290 se cargara en un sistema de refrigeración no modificado, la cantidad de carga medida en gramos sería mucho menor. Sin embargo, calculada en cm<sup>3</sup>, la carga tendría aproximadamente el mismo volumen de líquido en la instalación. Esto nos da unas cargas de aprox. el 40% de R22 o R404A en gramos,

conforme a los datos de la tabla 1, que también coincide con los valores empíricos.

La carga máxima conforme a la normativa de seguridad es de 150 gr. para refrigeradores domésticos y equipos similares, que corresponde a 360 gr. de R22 o R404A aprox.

1.4  
Pureza

La especificación del refrigerante R290 no figura en las normas internacionales. Algunos datos al respecto aparecen en la Norma Alemana DIN 8960 de 1998, que es una versión ampliada de la ISO 916. La pureza del refrigerante debe ser evaluada desde un punto de vista químico y de la estabilidad, para la vida útil del compresor y de la instalación y desde el punto de vista termodinámico en relación al comportamiento y controlabilidad del sistema de refrigeración.

La especificación en DIN 8960 es una especificación segura con respecto a los hidrocarburos refrigerantes, adoptada a partir del catálogo de criterios de otros refrigerantes y que abarca el propano, el isobutano, el normal-butano y otros. Algunos puntos pueden aceptarse de una forma menos restrictiva para

refrigerantes específicos y combinaciones de impurezas después de realizar una evaluación completa.

Por ahora no existe una calidad de refrigerante conforme a las normas oficiales en el mercado. Las especificaciones acerca de posibles calidades deben comprobarse consultando al proveedor para obtener información detallada al respecto. Los gases licuados de petróleo (GLP) para aplicaciones del combustible o una pureza del 95% de calidad técnica no es suficiente para los sistemas de refrigeración herméticos. El agua, azufre y los compuestos reactivos deben estar presentes en un nivel más bajo que el garantizado para aquellos productos. La calidad técnica del 99,5%, también llamado 2.5, se emplea en la mayoría de los casos.

Tabla 2: Especificación del R290 según DIN 8960 - 1998

	Especificación	Unidad
Volumen de refrigerante <sup>1)</sup>	— — — — —	99.5 % por masa
Impurezas orgánicas <sup>2)</sup>	— — — — —	99.5 % por masa
1.3-Butaleno <sup>3)</sup>	— — — — —	5 ppm por masa
Hexano normal	— — — — —	50 ppm por masa
Benceno <sup>4)</sup>	— — — — —	1 ppm por sustancia
Azufre	— — — — —	2 ppm por masa
Deslizamiento de temperatura de evap.	— — — — —	0.5 K (del 5 a 97 % destil)
Gases incondensables	— — — — —	1.5 % vol. de fase de vapor
Agua <sup>5)</sup>	— — — — —	25 ppm por masa
Contenido de ácidos	— — — — —	0.02 mg KOH/g Neutralización
Residuo de evaporación	— — — — —	50 ppm por masa
Partículas/sólidos	no	Inspección visual

1) Este contenido no aparece descrito explícitamente en la norma DIN 8960. Sólo las impurezas aparecen relacionadas y delimitadas. El contenido principal es el resto hasta un 100%.  
 2) Desde el punto de vista del compresor, en el R290 es aceptable un contenido de butano de hasta un 1%.  
 3) Este es un valor máximo para cada una de las sustancias que componen los hidrocarburos poliinsaturados.  
 4) Este es un valor máximo para cada uno de los compuestos aromáticos.  
 5) Este es un valor preliminar que debe ser evaluado después de recopilar una mayor experiencia.

**2.0 Materiales**

El refrigerante R290 se utiliza con el aceite polioléster en compresores Danfoss, de forma que la compatibilidad de material es casi idéntica a la situación del R134a o R404A desde el punto de vista del aceite. El R290 es químicamente inactivo en circuitos de refrigeración, de forma que no deberían surgir problemas específicos en este sentido. Presenta buenas características de solubilidad con el aceite éster. La compatibilidad directa del material es menos problemática. No

obstante, en algunos tipos de caucho, plásticos y especialmente plásticos clorados se han detectado problemas, pero estos materiales no están generalmente presentes en pequeños equipos herméticos. Algunos materiales sobre los que se ha informado de la existencia de problemas por distintos comprobadores, aparecen relacionados en la tabla 3. Es necesario realizar pruebas acerca de los materiales peligrosos para cada uso específico.

Tabla 3: Compatibilidad del material

Material	compatible
Caucho butílico	no
Caucho natural	no
Polietileno	depende de las condiciones
PP	no
PVC	no
PVDF	no
EPDM	no
CSM	no

**2.1 Secadores**

Para refrigeradores domésticos el desecante más común es un filtro molecular, una ceolita. Para el R290 se recomienda utilizar un material con poros de 3 Å, de forma similar que para el R134a, p.ej. UOP XH 7, XH 9 o XH 11, Grace 594, CECA Siliporite H3R. Los secadores “tipo lápiz” para R134a pueden, probablemente, utilizarse

con el R290 si están comprobados conforme a los requisitos de presión de rotura de IEC/EN 60 335. Si es necesario utilizar secadores de núcleo sólido consulte al fabricante para saber si son compatibles con el R290. Pueden utilizarse los filtros secadores Danfoss tipo DCL/DML.

**3.0 Inflamabilidad y seguridad**

La principal desventaja debatida en relación al uso del R290 es el riesgo basado en su inflamabilidad. Esto genera la necesidad de manipular esta sustancia con suma precaución, respetando todas las medidas de seguridad.

Tabla 4: Inflamabilidad del propano

Límite mínimo de explosión	2.1%	39 g/m <sup>3</sup> aprox.
Límite máximo de explosión	9.5%	177 g/m <sup>3</sup> aprox.
Temperatura mínima de ignición	470 °C	

Debido a la inflamabilidad del propano en un amplio rango de concentración es necesario tomar medidas de seguridad, en la propia instalación y en la fábrica. La evaluación de riesgos requerida en estas dos situaciones es muy diferente. El principal punto de partida es que para que se produzcan accidentes se necesitan dos precondiciones fundamentales. Una es la mezcla de gas y aire y la otra es la fuente de ignición de un determinado nivel de energía o temperatura.

Estos dos factores deben estar presentes juntos para que se produzca una combustión, de forma que debe asegurarse la ausencia de esta combinación de factores.

Los compresores Danfoss para R290 están equipados con protectores internos y dispositivos de arranque PTC o relés especiales, que impiden que las chispas salgan cerca del compresor, ya que no puede asegurarse que el aire circundante se mantenga por debajo del límite mínimo de explosión, si se produjeran fugas cerca del compresor. Vienen equipados con una etiqueta amarilla de advertencia de gas inflamable, como se muestra en la fig. 3.

Fig. 3: Etiqueta amarilla de advertencia



Am0\_0030

3.1  
Equipo

Para realizar la prueba de seguridad de refrigeradores domésticos y electrodomésticos similares se ha establecido una norma en Europa, la IEC Hoja de datos técnicos TS 95006. También se ha trasladado a una modificación de la IEC / EN 60 335-2-24, que es la norma de seguridad eléctrica normal.

Las autorizaciones de refrigeradores que emplean hidrocarburos como refrigerante se realizan conforme a los procedimientos de la TS en Europa desde 1994.

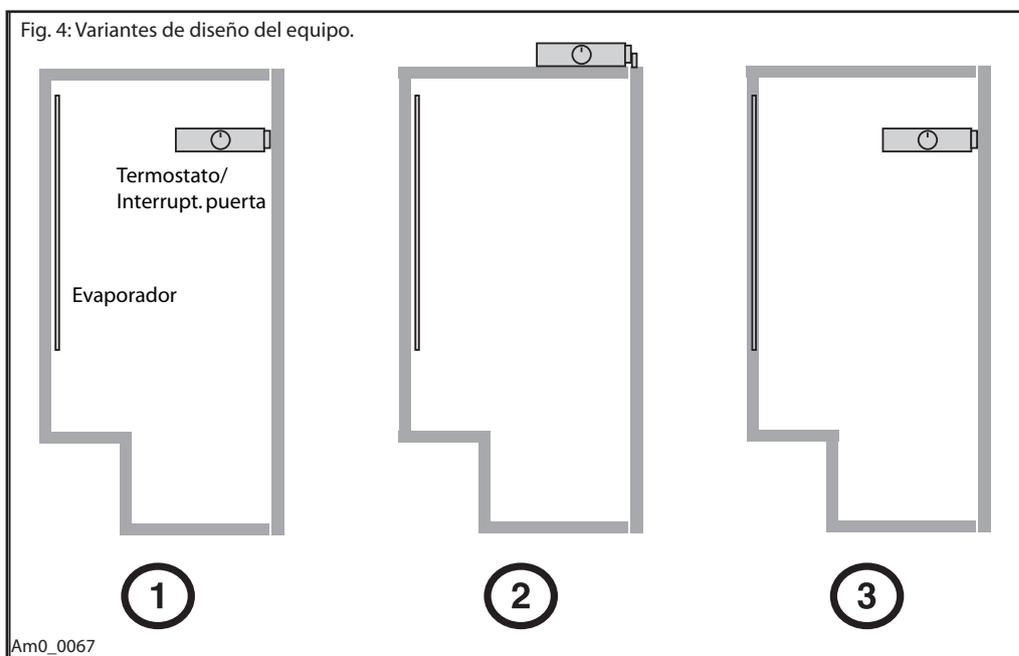
La metodología de la TS y las modificaciones resultantes de esto son la base para la siguiente descripción breve.

Otras aplicaciones deben tomar como referencia distintas normas nacionales y leyes, p.ej. EN 378, DIN 7003, BS 4344, SN 253 130, que pueden presentar distintos requisitos.

- Todos los elementos eléctricos que se conmutan durante el funcionamiento normal se consideran

- Posibles fuentes de ignición. Esto incluye el termostato, los contactos de iluminación de las puertas, interruptores ON/OFF y otros, como superfrost, relés del compresor, klixón externo, temporizadores de desescarche, etc.
- Todos los componentes que contienen refrigerante se consideran posibles fuentes de refrigerante a través de fugas. Esto incluye evaporadores, condensadores, calefactores de puerta, tuberías y el compresor.
- La carga máxima de refrigerante está ajustada en 150 gr. Manteniendo la carga a un máximo del 25% del límite mínimo de explosión, lo que equivale a 8 gr/m<sup>3</sup> aprox. para una cocina normal, el riesgo de ignición es muy bajo, incluso si la distribución de refrigerante en caso de fugas es irregular durante un poco de tiempo al principio.

El principal objetivo de las medidas de seguridad es separar las zonas que contienen componentes con refrigerante de las habitaciones con elementos de conmutación.



En la fig. 4 se muestran las principales posibilidades. La opción 1 presenta un evaporador y un termostato/interruptor de pared, ambos ubicados en el espacio de almacenaje. Esta situación es peligrosa para los refrigerantes inflamables y no debe existir. La opción 2 presenta un evaporador instalado en el interior y un termostato/interruptor de pared instalado fuera, en la parte superior. Esta opción representa una solución segura por lo general. La opción 3 presenta un termostato/interruptor de pared en el interior, pero el evaporador está aislado mediante poliuretano inyectado (tecnología FIP) detrás de la capa de revestimiento interior. Esta es una posible solución que se utiliza en muchos casos. La opción elegida debe diseñarse y comprobarse mediante una prueba de fugas conforme a los requisitos de la TS 95006 y la IEC/EN 60335.

En muchos diseños de refrigeradores o congeladores, esta separación ya existe.

- Los refrigeradores y congeladores compactos grandes a menudo presentan interruptores eléctricos en el panel superior.

- Algunos refrigeradores tienen los evaporadores ocultos detrás del revestimiento, en la espuma, en lugar de estar instalados en el espacio del armario en el que se alojan los termostatos y similares.

Se considera que existe una situación extrema siempre que no sea posible evitar que el evaporador y el termostato o los interruptores estén instalados en el armario. En este caso quedan dos posibilidades:

- Los termostatos e interruptores deben cambiarse a versiones selladas, para hacerlos impermeables al gas e impedir que el gas los penetre y alcance los contactos de conmutación. Danfoss ofrece termostatos electrónicos aptos para este tipo de aplicación.
- Los ventiladores instalados en el compartimento refrigerado deben ser seguros y antichispas, incluso si se bloquean.
- Los conectores eléctricos y portalámparas deben comprobarse conforme a determinadas especificaciones.

**3.1**  
*Equipo (continuación)*

Cada tipo de equipo o instalación de R290 debe ser comprobada y aprobada conforme a los procedimientos TS/ IEC / EN, por una organización independiente, incluso si todos los criterios arriba mencionados están incluidos en el diseño. Consulte las normas para obtener información detallada.

Las instrucciones de uso deben contener información y advertencias de precaución relativas a la manipulación como, p.ej. no desescarchar los compartimentos del congelador utilizando cuchillos, y para la instalación en una habitación con 1 m<sup>3</sup> de espacio por 8 gr. de carga como mínimo, este último dato deberá figurar en la etiqueta de especificaciones técnicas.

Las instalaciones que empleen relés u otros componentes eléctricos cerca del compresor deben cumplir las especificaciones. Estas incluyen:

- Los ventiladores en el condensador o compresor deben estar protegidos frente a la generación de chispas, incluso cuando están bloqueados o sobrecargados. Deben estar diseñados para no necesitar un interruptor térmico o este interruptor debe cumplir la IEC 60079-15.

- Los relés deben cumplir la IEC 60079-15 o estar colocados en un lugar en el que las fugas no puedan producir una mezcla inflamable con aire, p.ej. en una caja sellada o a elevadas altitudes. El accesorio de arranque de los compresores Danfoss SC se suministra con un cable largo para colocarse en una caja de instalación eléctrica separada.

El equipo o instalación que contiene refrigerante y el diseño del sistema de seguridad debe ser aprobado y controlado periódicamente por las autoridades locales normalmente. A continuación se muestran los principios de diseño para instalaciones en Alemania. En muchos detalles, esto está basado en la normativa para instalaciones con gas licuado. Las particularidades se presentan alrededor de las estaciones de carga donde los conectores de gas deben manipularse con frecuencia y donde se lleva a cabo la carga de la instalación.

**3.2**  
*Fabricación*

Principios básicos de seguridad:

- Ventilación forzada para evitar la acumulación local de gas.
- Equipamiento eléctrico estándar, excepto por los ventiladores y dispositivos de seguridad.
- Sensores de gas de monitorización continua en posibles zonas de fugas como el perímetro que rodea las estaciones de carga, con alarma y duplicación de la ventilación del 15% al 20% del límite mínimo de explosión y con desconexión de todos los dispositivos eléctricos aptos para atmósferas explosivas en la zona monitorizada del 30% al 35% del límite mínimo de explosión, dejando los ventiladores funcionar a velocidad máxima.
- Prueba de fugas en electrodomésticos antes de realizar la carga para evitar cargar instalaciones con fugas

- Estaciones de carga diseñadas para refrigerantes inflamables y conectadas a los dispositivos de seguridad.

El diseño del sistema de seguridad puede ser soportado por proveedores de estaciones de carga y de sensores de gas en muchos casos. Para manipular R290 en pequeños contenedores, las normas son menos estrictas en algunos países.

**4.0**  
**Diseño de la instalación de refrigeración**

En muchos casos de transición de refrigerantes no inflamables al R290, el armario del equipo debe modificarse por motivos de seguridad, tal y como aparece relacionado en el listado del apartado 3.1. No obstante, los cambios pueden ser necesarios adicionalmente por otros motivos.

Los componentes que contienen refrigerante deben, conforme a la IEC / EN 60335, soportar una presión específica sin presentar fugas. El lado de alta presión debe soportar una sobrepresión de saturación de 70 °C por 3,5 y el lado de baja presión debe soportar una sobrepresión de saturación de 20 °C por 5. Esto nos da los siguientes valores para el R290:

- 87 bares de sobrepresión del lado de alta presión
  - 36,8 bares de sobrepresión del lado de baja presión
- Las normas nacionales podrían presentar distintas especificaciones, en función de la aplicación.

4.1 Intercambiadores de calor

La eficiencia de la instalación de refrigeración no generará normalmente una necesidad de cambiar el tamaño del evaporador o condensador, es decir, la superficie exterior puede mantenerse igual que con el R22 o el R404A.

El diseño interior del evaporador posiblemente requiere alguna modificación, porque el flujo de refrigerante es distinto, conforme al volumen de barrido de gases del compresor. Para mantener la velocidad del flujo de refrigerante dentro del rango recomendado de 3 a 5 m/s puede ser necesario adoptar las secciones transversales de flujo.

Es posible que no se puedan utilizar los evaporadores soldados por laminación (rollbond) debido a la elevada demanda de presión de rotura. Es necesario tomar medidas especiales con respecto al diseño del acumulador en la instalación. Cuando utilice R22 o R134a el refrigerante es más pesado que el aceite utilizado, mientras que en el caso del R290, el refrigerante es más ligero, como se observa en la tabla de datos técnicos 1.

Esto puede tener como consecuencia la acumulación de aceite si el acumulador es demasiado grande, sobre todo, si es demasiado alto, y presenta una ruta de flujo que no asegura el vaciado suficiente durante la fase de arranque de la instalación.

4.2 Capilar

Para el R290 la experiencia demuestra la necesidad de una tasa de flujo del capilar casi idéntica al R404A. A menos este es un buen punto de partida para la optimización.

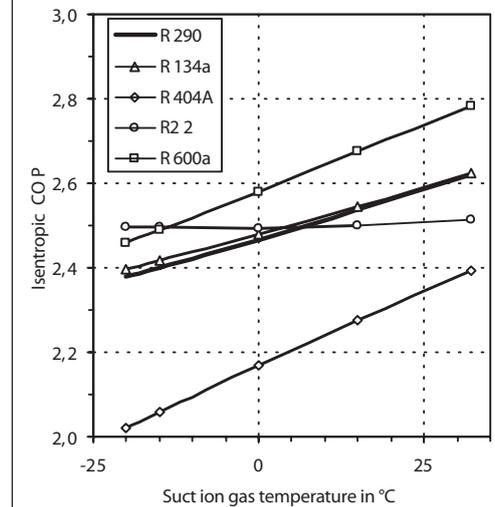
Al igual que con el R134a, R404A y R600a, el intercambiador de calor de la tubería de aspiración es muy importante para la eficiencia energética de la instalación del R290, que no lo era para el R22, consulte la fig. 5. La figura muestra el aumento del índice de rendimiento calorífico con sobrecalentamiento desde unos pocos K hasta +32 °C de la temperatura del gas de retorno, donde un rango de +20 °C hasta aprox. +32 °C es habitual en equipos herméticos pequeños.

Este gran aumento en el índice de rendimiento calorífico para R290 se debe a la alta capacidad calorífica del vapor. Junto a la necesidad de mantener la carga de refrigerante cercana al máximo posible en la instalación, evitando el sobrecalentamiento en la salida del evaporador, el intercambiador de calor de la tubería de aspiración debe ser muy eficiente para impedir la condensación de la humedad atmosférica en el tubo de aspiración. En muchos casos, la elongación de la tubería de aspiración y del capilar permite mejorar la eficiencia.

El propio capilar debe mantenerse bien pegado a la tubería de aspiración con buen intercambio térmico y tiene que hacer contacto con una extensión tan grande como sea posible.

En condiciones de elevado sobrecalentamiento, con un buen intercambio calorífico interno, el índice de rendimiento calorífico del R290, R600a y R134a es mayor que para el R22. En condiciones de muy bajo sobrecalentamiento, el índice de rendimiento calorífico del R290, R600a y R134a es menor que para el R22. El comportamiento del R290 es similar al R134a, en relación al intercambio de calor interno.

Fig. 5: Aumento teórico del índice de rendimiento calorífico de diferentes refrigerantes frente a la temperatura de aspiración con compresión adiabática, intercambio de calor interno, a -25 °C de evaporación, 45 °C de condensación, sin subenfriamiento antes del intercambiador de calor interno



Am0\_0143

4.3 Vacío

Generalmente son válidas las mismas normas para evacuación y proceso que para las instalaciones con R22, R134a o R404A. El contenido máximo admisible de gases incondensables es del 1%.

El nivel excesivo de gases incondensables aumenta el consumo de energía debido a una temperatura de condensación mayor y a que una parte del gas transportado se encuentra inactivo. Adicionalmente puede aumentar el ruido del flujo.

**4.4**  
*Limpieza de los componentes*

Las especificaciones de limpieza pueden compararse en general a las del R22 o R134a. La única norma oficial acerca de la limpieza de los componentes para refrigeración es la DIN 8964, que también se utiliza en varios países además de Alemania.

Especifica el contenido máximo de residuos solubles, insolubles y otros residuos. Los métodos para determinar los contenidos solubles e insolubles deben modificarse para el refrigerante actual R290, pero en principio los mismos límites son útiles.

**5.0**  
**Mantenimiento**

El mantenimiento y reparación de los equipos R290 pueden ser realizados por personal técnico adiestrado y cualificado. Consulte la nota CN.73.C para obtener información detallada.

El equipo del personal de servicio técnico debe cumplir los requisitos para el R290 en relación a la calidad de la evacuación y de la exactitud de carga del refrigerante. Se recomienda utilizar una báscula electrónica para controlar la carga de refrigerante dentro del rango de precisión requerido.

Asimismo deberá tener en cuenta la legislación y normativa local. Requiere una manipulación muy precisa, debido a la inflamabilidad del gas, que es un peligro en potencia durante los trabajos en la instalación de refrigeración.

Danfoss no recomienda la conversión de R22, R502 o R134a a R290, ya que estos sistemas no están autorizados para su uso con refrigerantes inflamables, de forma que no se ha demostrado que la seguridad eléctrica esté conforme a las normas requeridas.

Es necesario que la habitación esté bien ventilada y la descarga de la bomba de vacío debe enviarse al aire libre.

**Referencias**

TS 95006	Refrigeradores, congeladores de alimentos y equipos para fabricar hielo que emplean refrigerantes inflamables, Requisitos de Seguridad, Modificación de la norma IEC 60 335-2-24, CENELEC, julio de 1995
CN.86.A	Secadores y desecantes de filtros moleculares
CN.82.A	Evaporadores y refrigeradores
CN.73.C	Mantenimiento y reparación de refrigeradores y congeladores domésticos con nuevos refrigerantes
CN.60.E	Aplicación práctica del refrigerante R290 propano en equipos herméticos pequeños
EN 60335-2-24	Equipos de seguridad y electrodomésticos y equipos similares Parte 2: Requisitos particulares para refrigeradores, congeladores de alimentos y equipos para fabricar hielo

