

Proklima International



Buenas prácticas de refrigeración

giz | PROKLIMA



En representación del
Ministerio Federal de
Cooperación Económica
y Desarrollo

Proklima International

Buenas prácticas de refrigeración

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Programa Proklima
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Alemania

Internet:

<http://www.giz.de/proklima>

Nombre del proyecto de sector:

GIZ Proklima: programa para preservar la capa de ozono

Contacto del Ministerio Federal de Cooperación

Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ):

Gisela Wahlen
Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo
de Alemania (BMZ):
División de Medio Ambiente y Utilización Sostenible
de Recursos Naturales
Bonn, Alemania
Correo electrónico: Gisela.Wahlen@bmz.bund.de

Editores:

Dr. Volkmar Hasse (gerente del programa)
Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Programa Proklima
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Alemania
Correo electrónico: Volkmar.Hasse@giz.de

Linda Ederberg y Rebecca Kirch
GIZ Proklima
Oficina actual, HEAT GmbH
Zum Talblick 2
61479 Glashütten, Alemania
Teléfono: +49 6174 964575
Correo electrónico: Linda.Ederberg@proklima.net
Correo electrónico: Rebecca.Kirch@proklima.net

Supervisión técnica/contenido a cargo de:

Rolf Hühren
Consultor internacional
Hohe Straße 23
40213 Duesseldorf, Alemania
Teléfono: +49 211 21073281
Fax: +49 211 56942349
Correo electrónico: Huehren@aol.com

Diseño:

Bloomoon – Silke Rabung

Impresión: Eschborn, marzo/abril de 2010

PROKLIMA es un programa de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, encomendado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ). PROKLIMA ha proporcionado asistencia técnica y financiera a países en desarrollo desde 1996 para la implementación de las disposiciones del Protocolo de Montreal relacionadas con sustancias que agotan la capa de ozono.



Buenas prácticas de refrigeración

Prólogo	1
Parte I	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS
Introducción a la parte I	3
Capítulo 1: Herramientas para tubos (HT)	5
Capítulo 2: Herramientas para la manipulación y la contención de refrigerante (MCR)	18
Capítulo 3: Equipos de recuperación, reciclaje, reprocesamiento y evacuación (RRRE)	32
Capítulo 4: Instrumentos de medición (IM)	41
Parte II	HABILIDADES Y FUNCIONAMIENTO
Introducción a la parte II	53
Capítulo 5: Montaje de un sistema de refrigeración	55
Capítulo 6: Doblamiento, el proceso	77
Capítulo 7: Soldadura fuerte, el proceso	81
Capítulo 8: Abocinamiento, el proceso	90
Capítulo 9: Refrigeración doméstica	95
Capítulo 10: HC de refrigeración doméstica	104
Capítulo 11: Prensado, el proceso	121
Capítulo 12: Refrigerante: recuperación, reciclaje y contención en el campo	129
Capítulo 13: Acondicionamiento	148
Capítulo 14: Seguridad	164
Apéndice	
Glosario	170
Siglas y abreviaturas	175
Índice	176

Agradecimientos

Agradecemos al autor, Rolf Huehren, por esta compilación exhaustiva y demostración detallada del método de servicio y mantenimiento de sistemas de refrigeración, y a Daniel Colbourne por el asesoramiento técnico.

También agradecemos a las siguientes compañías por sus generosos aportes de material visual:

Agramkow Fluid Systems A/S y RTI Technologies Inc., Appion Inc., Peter M. Börsch KG, Danfoss GmbH, Fluke Deutschland GmbH, GEA Kueba GmbH, Harris Calorific GmbH, IKET – Institut für Kälte-, Klima- und Energietechnik GmbH, ITE N.V., Ixkes Industrieverpackung e.K., Manchester Tank, Mastercool Europa, Moeller GmbH, Ntron Ltd., Panimex, Parker Hannifin GmbH & Co. KG, Perkeo-Werk GmbH & Co. KG, Refco Manufacturing Ltd., Rotarex, Sanwa Tsusho Co. Ltd., Georg Schmerler GmbH & Co. KG, Testboy GmbH, Van Steenburgh Engineering Labs Inc., Vulkan Lokring Rohrverbindungen GmbH & Co. KG, y Worthington Cylinders.

Volkmar Hasse, Linda Ederberg y Rebecca Kirch

Prólogo

La eliminación de HCFC y la introducción de varios refrigerantes alternativos plantean problemas específicos para los técnicos de servicio y los instructores vocacionales del sector de la refrigeración y del aire acondicionado. Los técnicos en refrigeración no cuentan aún con suficiente preparación para manipular las nuevas tecnologías que se deberán introducir en el futuro cercano.

El manual BUENAS PRÁCTICAS DE REFRIGERACIÓN es la segunda edición de un libro publicado en forma conjunta por el programa PROKLIMA de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, y por el Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI) y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) de Brasil en 2004, libro ampliamente utilizado en los cursos de capacitación sobre “Prácticas más apropiadas de servicio de refrigeración y conservación de CFC”, implementados por PROKLIMA como parte del plan de eliminación de CFC en Brasil.

Este manual se ha actualizado para proporcionar orientación profesional acerca de cómo realizar el servicio y el mantenimiento de sistemas de refrigeración que funcionan con nuevas tecnologías (por ej., refrigerantes inocuos para el ozono, como alternativa a los CFC y los HCFC). En él se trata el “saber hacer” esencial relacionado con la contención de refrigerantes a base de HFC con alto potencial de calentamiento global (PCG) y amplia aplicación. También se proporciona información exhaustiva acerca de la utilización segura de refrigerantes naturales, como el CO₂, el amoníaco o los hidrocarburos, mucho menos perjudiciales para el medio ambiente y de PCG insignificante o nulo. Estos refrigerantes eficientes, aunque poco utilizados, son sustitutos adecuados para los HCFC en todas las aplicaciones de equipos de refrigeración y aire acondicionado.

En la parte I de este libro con imágenes se tratan herramientas y equipos importantes para tubos, manipulación y contención de refrigerante, recuperación, reciclaje, reprocesamiento y evacuación, y también instrumentos de medición. En la parte II se hace hincapié en el manejo del servicio y el mantenimiento de sistemas de refrigeración; es decir, en la soldadura fuerte, el abocinamiento, la recuperación, la adaptación y el reciclaje.

El propósito de las ilustraciones permitir a los técnicos recordar, identificar y transmitir con facilidad aspectos de las prácticas de refrigeración más apropiadas.

Antecedentes

Agotamiento del ozono y Protocolo de Montreal

En los años setenta, los científicos descubrieron el impacto peligroso de los CFC en la atmósfera de la tierra. Éstos se utilizaban como agentes espumantes, refrigerantes y solventes. Se descubrió que destruyen la capa de ozono, permitiendo que las agresivas radiaciones UV-B alcancen directamente la superficie de la tierra y ocasionen daños genéticos en las células de los humanos, las plantas y los animales. En consecuencia, en 1987, se llevó a cabo en Montreal, Canadá, un tratado internacional (Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono) a fin de evitar el avance de la destrucción de la capa de ozono e iniciar la eliminación del empleo de CFC y de otras sustancias que agotan la capa de ozono (SAO). Para noviembre de 2009, todos los países del mundo habían firmado el Protocolo. Han trabajado con eficiencia y éxito en la búsqueda de un sustituto para los CFC prohibidos desde el 1 de enero 2010. En 2007, el tratado se sometió a ajustes para incluir la eliminación de los HCFC, que se encuentran en el último grupo de SAO. El sector de la refrigeración y del aire acondicionado, en especial los países del Artículo 5, utiliza cantidades muy grandes de HCFC y tiene, por ello, particular importancia en la eliminación de los HCFC.

Parte I: Herramientas y equipos

Introducción a la parte I

Para un servicio y mantenimiento de sistemas de refrigeración apropiado y responsable respecto del medio ambiente se requieren equipos especiales; por ej., instrumentos de detección de fugas de refrigerante, herramientas de medición de presión y temperatura de gas, y equipos especiales para la manipulación y el reciclaje general de refrigerantes.

En los capítulos siguientes se repasan varios tipos de herramientas y equipos que se necesitan en talleres modernos para trabajar con sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

Capítulo 1: Herramientas para tubos

Prólogo

En el capítulo siguiente se describirán herramientas y equipos para la manipulación de tubos.

▶ ▶ ▶ Herramientas para tubos



Figura 1: Cortador de tubos (cortador de rueda)

Corta tubos de cobre, latón y aluminio

- 1 Cortador para tubos de 6 a 35 mm de diámetro
- 2 Cortador para tubos de 3 a 16 mm de diámetro



Figura 2: Cortador de tubos capilares

Se utiliza para cortar tubos capilares sin que colapse el diámetro interior de éstos
Corta tubos capilares de todos los tamaños

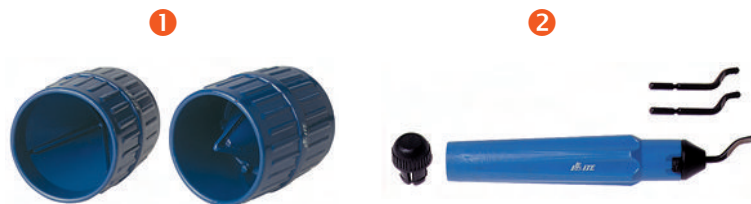


Figura 3: Escariador y extractor de rebabas

Escariador interno y externo para la extracción de rebabas en tubos de cobre

- 1 Escariador interno y externo para tubos de cobre
- 2 Práctico extractor de rebabas; es posible girar la hoja



Figura 4: Almohadilla abrasiva y cepillo

Limpieza y acabado internos y externos con

- 1 Una almohadilla abrasiva
- 2 Un cepillo



Figura 5: Cepillo de acero

Limpieza exterior de tubos de cobre, acero, latón y aluminio

1 Cerdas de acero



Figura 6: Pinza de estrangulación

Permite estrangular tubos de hasta 12 mm de diámetro

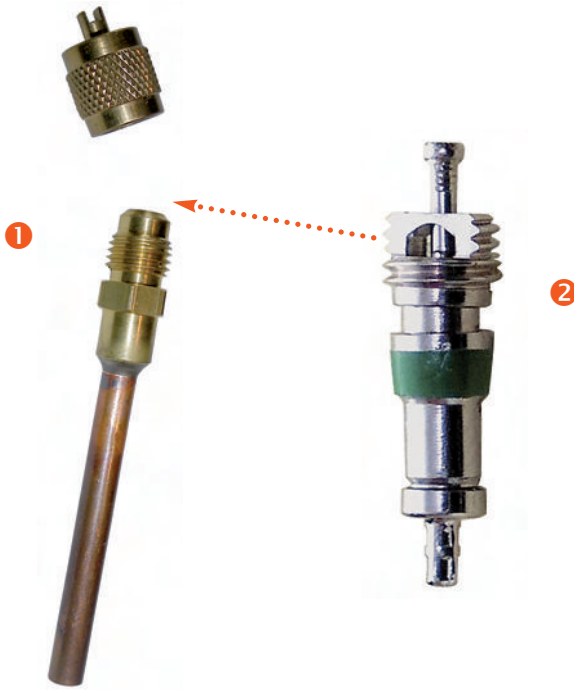


Figura 7: Tubo de cobre extendido con válvula de acceso (Schrader)

- 1 Soldadura recta con tubo y válvula de servicio de conexión macho abocinada de 1/4" SAE
- 2 Núcleo de la válvula



**Posibilidad de fugas de refrigerante si no se instala en forma correcta.
No se recomienda para aplicaciones con hidrocarburos.**



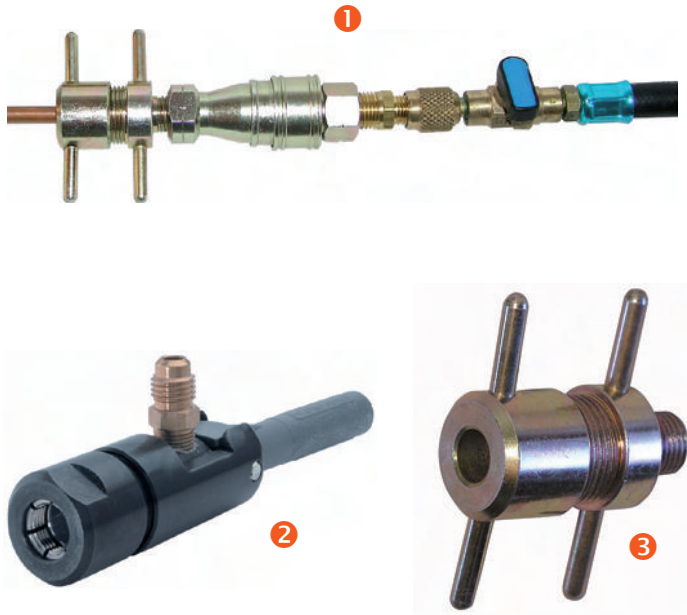


Figura 8: Acopladores rápidos "Hansen"

- ① Montaje de un acoplador rápido entre un tubo y una manguera de refrigerante
- ② Se sujeta directamente en tubos rectos de 2 a 10 mm de diámetro
- ③ Al igual que en ②, con la diferencia de que se enrosca

Presión de funcionamiento de 13 mbar a 45 bar

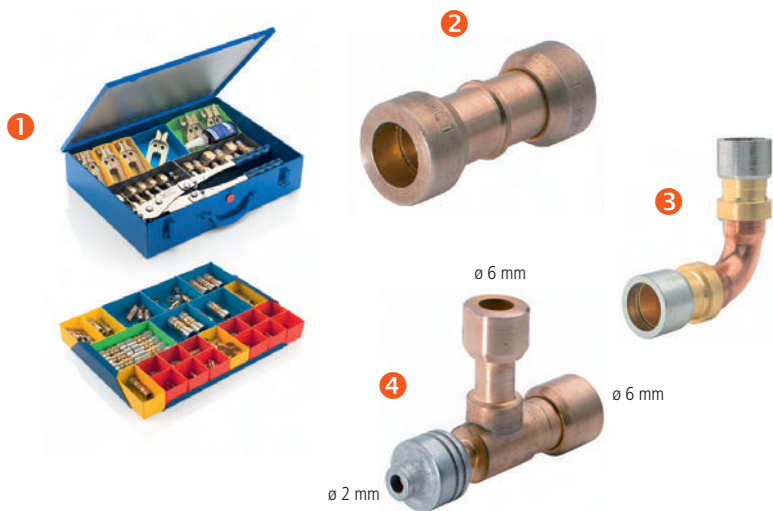


Figura 9: Componentes de sistemas a presión para tubos

- 1 Juego de herramientas con accesorios, conectores y adaptadores
- 2 Conector recto de cobre a presión para tubos
- 3 Conector de codo a presión
- 4 Conector a presión para tubo de succión con tubo capilar (doméstico)



Figura 10: Espejo de inspección telescópico

Inspección visual de uniones de soldadura fuerte

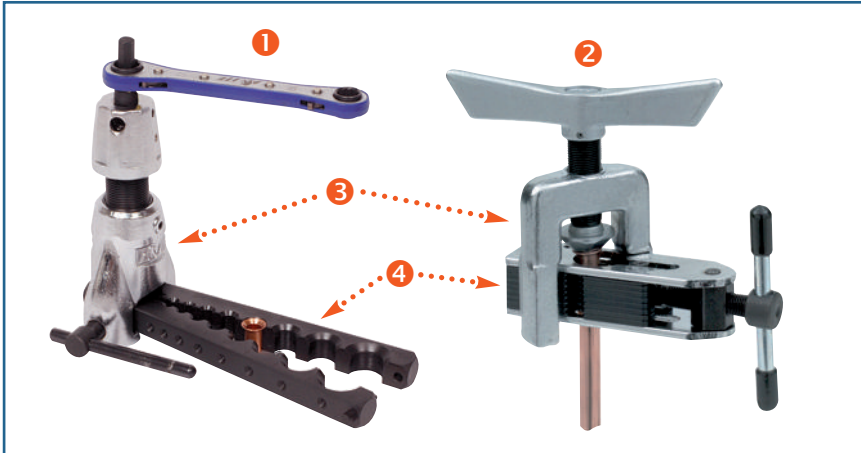


Figura 11: Herramienta de abocinamiento

- ❶ Barra de abocinamiento facetada (herramienta de sujeción) de 6, 8, 10, 12, 15 y 16 mm (o en pulgadas) con cono de abocinamiento
- ❷ Barra de abocinamiento de diafragma iris (herramienta de sujeción) de 5 a 16 mm con cono de abocinamiento
- ❸ Herramienta de fijación con cono de abocinamiento
- ❹ Barras de abocinamiento para tubos de diferente diámetro



Figura 12: Dobladora de tubos

- ❶ Dobladora de tubos de manija giratoria para tamaños de tubo específicos (disponible de 6 a 18 mm o en pulgadas)
- ❷ Dobladora de tubos de cabezal triple para tubos de 6, 8 y 10 mm (o en pulgadas)
- ❸ Conjunto de dobladora de tubos mecánica con zapatas y formadores (diferentes tamaños)



Figura 13: Expansor de tubos

- 1 Expansor de tubos para cobre recocido con cabezales de expansión reemplazables (de 10 a 42 mm o en pulgadas)
- 2 Ejemplo de tubo de cobre expandido
- 3 Expansor y juego de cabezales

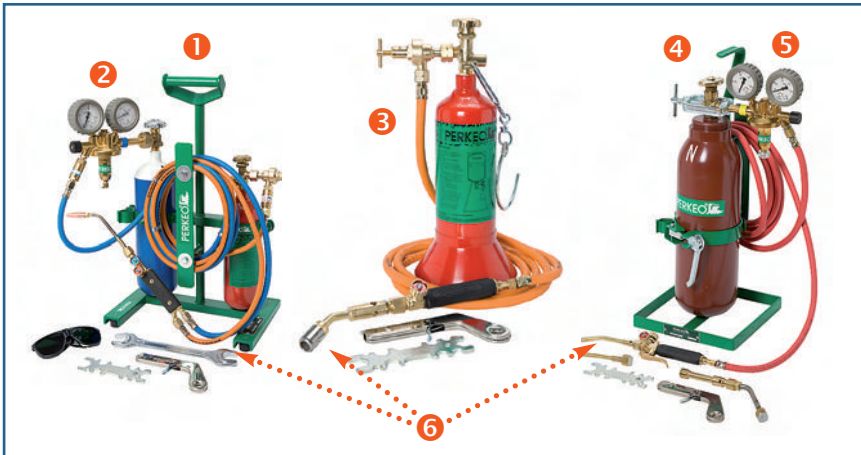


Figura 14: Equipo de soldadura fuerte

- 1 Unidad de soldadura fuerte de propano/oxígeno
- 2 Regulador de presión de oxígeno con conjunto de manguera
- 3 Unidad de soldadura fuerte de propano (únicamente)
- 4 Unidad de soldadura fuerte de acetileno (únicamente)
- 5 Regulador de presión de acetileno con conjunto de manguera
- 6 Soplete (antorcha)

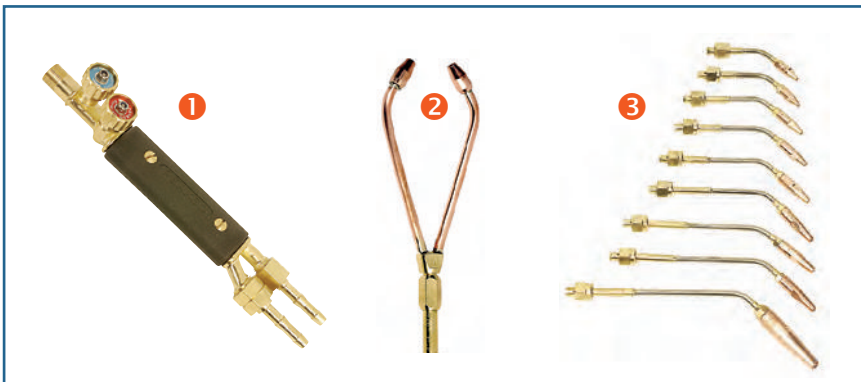


Figura 15: Antorcha (soplete) y puntas para propano-oxígeno

Soldadura fuerte de tubos de cobre, latón y aluminio

- 1 Manija de antorcha con reguladores de gas
- 2 Antorcha de llama doble en horquilla
- 3 Accesorios de diferentes tamaños para sopletes, con puntas para cobre duro

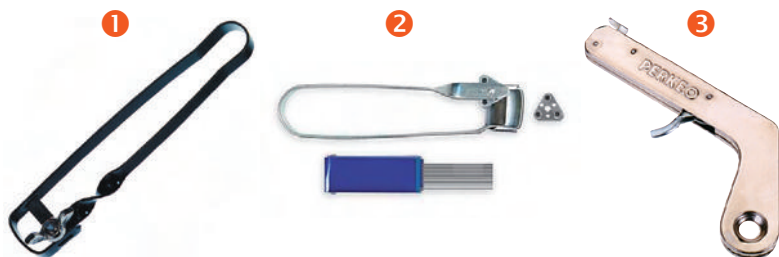


Figura 16: Encendedores

- ❶ Encendedor con pedernal de chispa (forma de sujetador)
- ❷ Encendedor con pedernal de chispa y limpiador de puntas (forma de sujetador)
- ❸ Encendedor con pedernal de chispa (forma de pistola)



Es peligroso utilizar encendedores de cigarrillos con equipos de soldadura fuerte

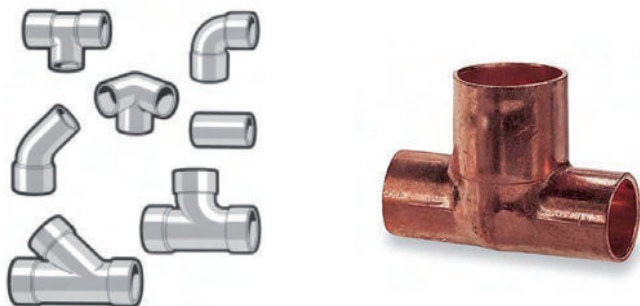


Figura 17: Ejemplos de accesorios

Varios diseños y diámetros
Material: latón o cobre

Varilla	Cu	Ag	Zn	Sn	P	Rango de fusión en °C
CP 203	Resto	–	–	–	5,9–6,5	710–890
CP 105	Resto	1,5–2,5	–	–	5,9–6,7	645–825 1
AO 106	35–37	33–35	Resto	2,5–3,5	–	630–730
AO 104	26–28	44–46	Resto	2,5–3,5	–	640–680 2
AO 203	29–31	43–45	Resto	–	–	675–735

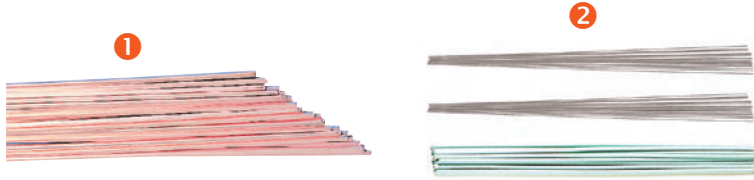


Figura 18: Ejemplos de varillas de soldadura fuerte (soldadura)

- 1** Recomendada (soldadura) para soldadura fuerte de cobre con cobre
- 2** Recomendada (soldadura) para soldadura fuerte de cobre con latón



Figura 19: Cilindro de nitrógeno

- 1** Cilindro de nitrógeno
- 2** Regulador de presión de nitrógeno
- 3** Manguera de transferencia de nitrógeno de conexión hembra abocinada de 1/4" SAE

Tipos de cilindros de oxígeno e hidrógeno más comunes			
Capacidad (litros)	Diámetro (mm)	Presión de prueba (bar)	Tipo de fondo
5	140	250/300/345	convexo
10			cóncavo
5	140	450	convexo
10			cóncavo
6,7	160	250/300/345	cóncavo
13,4			
13,4	204	250/300/345	cóncavo
20			
40			
40	229	250/300/345	cóncavo
50			
50	229	450	cóncavo
67,5	267	250/300	cóncavo
80			
80	273	450	cóncavo



Figura 20: Cilindro y accesorios para gases técnicos

- 1 Cilindros de varios tamaños
- 2 Válvula de cilindro con válvula de seguridad
- 3 Protector estándar (forma de tulipán)
- 4 Protector estándar (forma de dispositivo con apertura-cierre)



Figura 21: Extintor de incendios

Polvo; 2 kg

Capítulo 2: Herramientas de manipulación y contención de refrigerante (MCR)

Prólogo

Los manómetros múltiples de servicio se utilizan para realizar mediciones de presiones de funcionamiento de sistemas de refrigeración y AA, y para transferencias de refrigerante y evacuaciones de sistemas.

A continuación se describirán diferentes indicadores y juegos de indicadores, y también herramientas importantes para la manipulación y la contención de refrigerantes.

▶▶▶ El manómetro múltiple de servicio

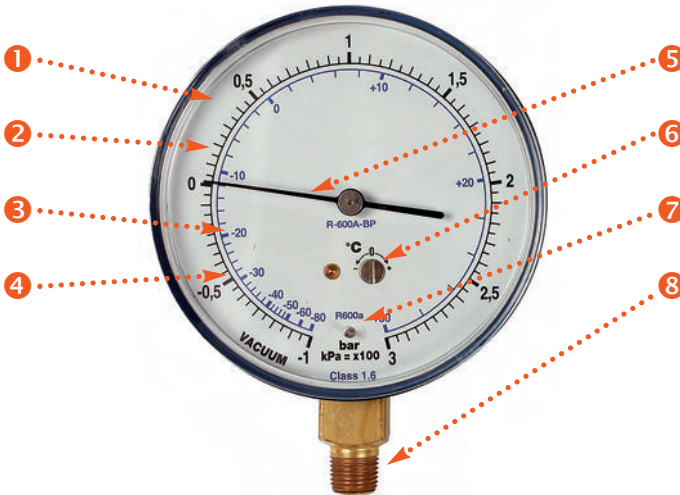


Figura 1: El indicador de presión

- | | | | |
|---|---|---|-----------------------------|
| 1 | Cuerpo del indicador de presión con tapa de protección transparente extraíble | 5 | Aguja indicadora |
| 2 | Escala con graduación | 6 | Tornillo de calibración |
| 3 | Escala de temperatura (en °F o °C) | 7 | Indicación de refrigerante |
| 4 | Escala de presión (en bar, PSI, kPa, etc.) | 8 | Conexión de latón con rosca |

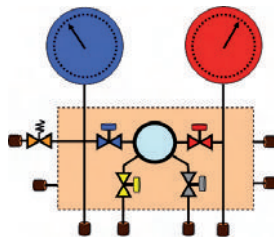
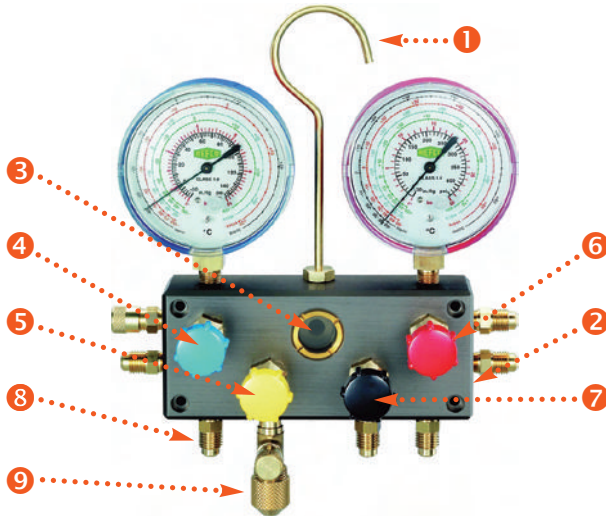
Se utilizan tres indicadores de presión diferentes.

- El indicador de baja presión
- El indicador de alta presión
- El indicador de vacío



Para una manipulación sencilla de la presión (baja/alta), los indicadores se montan con un cuerpo de latón o aluminio y válvulas.

Se establece una diferenciación entre juegos de manómetros múltiples de servicio de 2, 3, 4 y 5 válvulas.



Vista esquemática del manómetro múltiple de servicio de 4 válvulas anterior

Figura 2: Ejemplo de un manómetro múltiple de servicio de 4 válvulas

- 1 Barra de soporte
- 2 Cuerpo del distribuidor
- 3 Mirilla para el flujo de refrigerante
- 4 Válvula de baja presión
- 5 Válvula de bomba de vacío
- 6 Válvula de alta presión
- 7 Conexión de válvula para la carga del cilindro o de la unidad de recuperación
- 8 Conexión de manguera macho abocinada de 1/4" SAE
- 9 Conexión de manguera de vacío de 1/4" y 3/8"

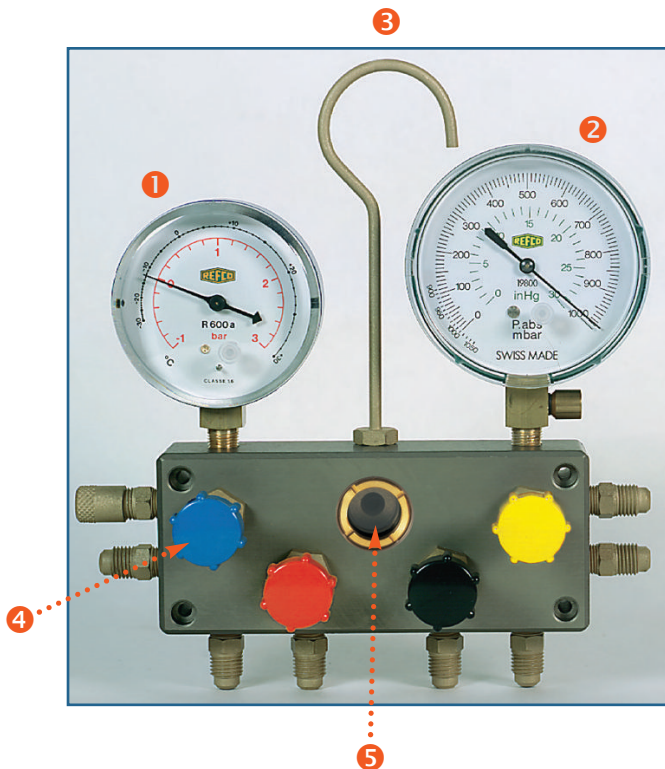


Figura 3: Juego de indicadores de distribuidor para refrigerante R600a a base de HC

- 1 Indicador de baja presión para refrigerante R600a a base de HC
- 2 Indicador de vacío
- 3 Barra de soporte
- 4 Válvulas
- 5 Mirilla para el flujo de refrigerante

El juego de manómetro múltiple de servicio ideal debe contar con un indicador de vacío. Estos indicadores se instalan regularmente en manómetros múltiples de servicio de 4 ó 5 válvulas.

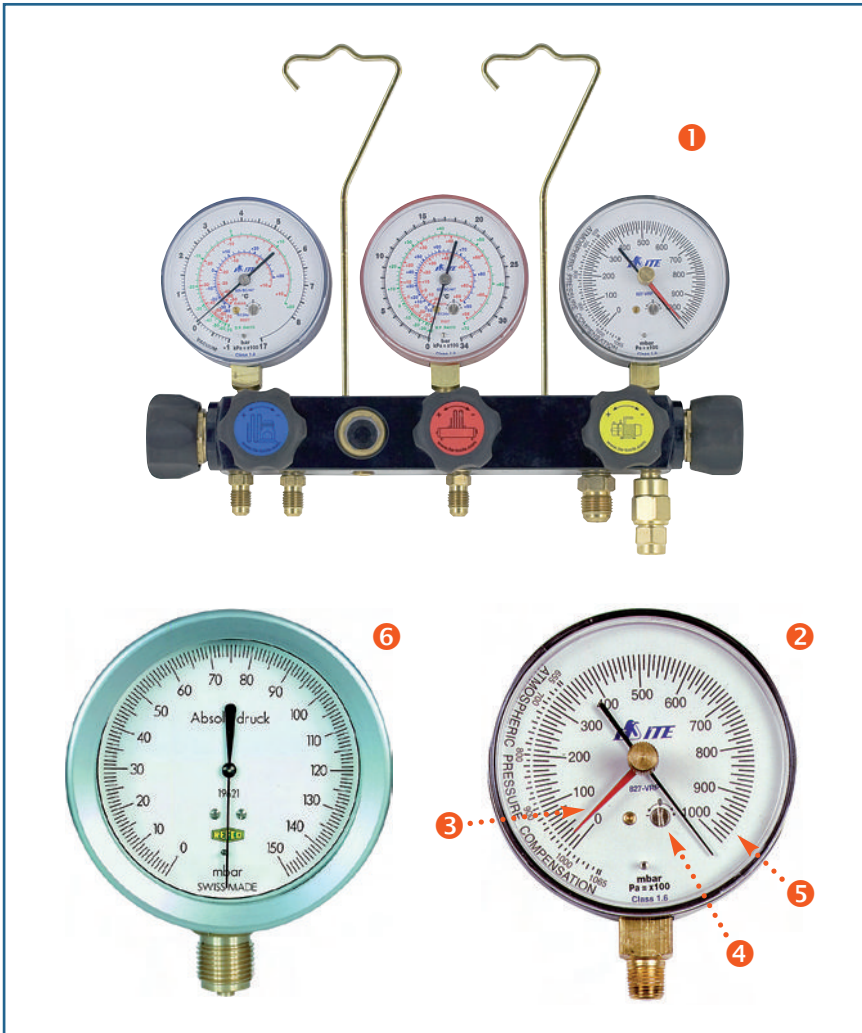


Figura 4: El indicador de vacío

- 1 Manómetro múltiple de servicio de 5 válvulas con indicador de vacío
- 2 Indicador de presión de vacío relativo; rango de medición de 0 a 1000 mbar
- 3 Aguja indicadora de lectura máxima (ajustable)
- 4 Tornillo de calibración
- 5 Escala de presión
- 6 Indicador de presión de vacío absoluto; rango de medición de 0 a 150 mbar



Figura 5: Mangueras de transferencia de refrigerante y accesorios

- 1 Manguera estándar de refrigerante de 2 conexiones hembra abocinadas de 1/4" SAE
- 2 Esquema de un depresor de núcleos ajustable y reemplazable (abridor de válvulas)
- 3 Manguera de refrigerante con válvula de bola en línea, de 2 conexiones hembra abocinadas de 1/4" SAE
- 4 Manguera de refrigerante con válvula de bola montada en extremo para emisiones mínimas de refrigerante
- 5 Adaptador de válvula de bola para manguera estándar con conexión macho/hembra de 1/4" SAE
- 6 Manguera de vacío de 2 conexiones hembra abocinadas de 3/8" SAE
- 7 Válvula de bola; conexión macho de 1/4" SAE y hembra de 1/4" SAE
- 8 Juntas y depresores de núcleos de repuesto

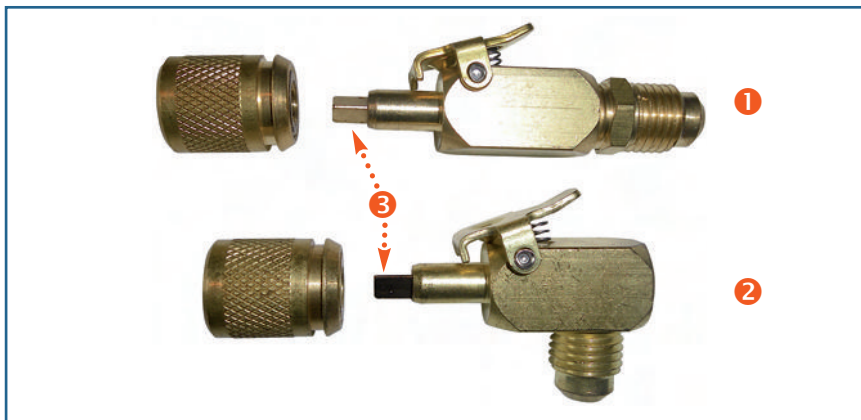


Figura 6: Acoplador rápido de puerto de servicio

- 1 Acoplador recto para manguera de refrigerante, con conexión macho abocinada de 1/4" SAE y hembra abocinada de 1/4" SAE
- 2 Acoplador de codo para manguera de refrigerante, con conexión macho abocinada de 1/4" SAE y hembra abocinada de 1/4" SAE
- 3 Depresor de núcleos (abridor de válvulas)

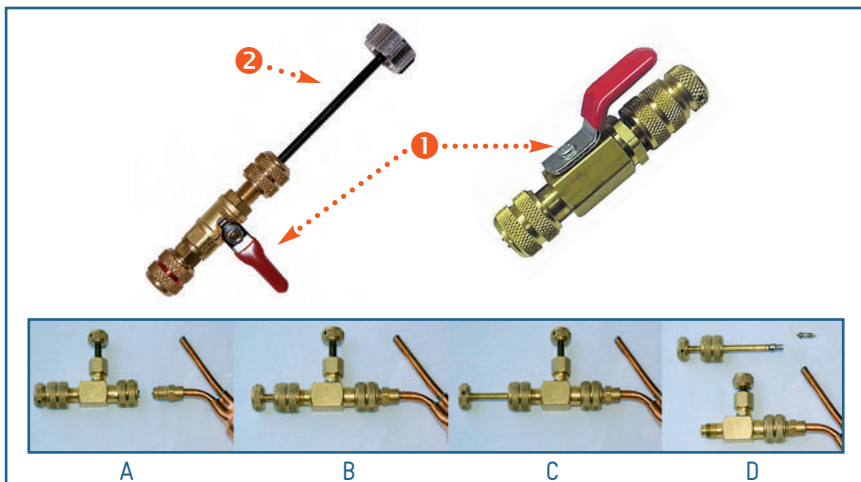


Figura 7: Herramientas de extracción de núcleos

Extracción sencilla y rápida de núcleos sin emisiones de refrigerante

- 1 Válvula
- 2 Portador de núcleo de válvula magnético



Figura 8: Herramienta de extracción de núcleos de válvulas

Permite extraer y reemplazar núcleos de válvulas Schrader y mangueras de carga
Las herramientas incluyen núcleos de válvulas de repuesto



Figura 9: Pinza pinche (ajustable)

Permite perforar/acceder inmediatamente a cualquier tubo de refrigerante de 5 a 22 mm

- 1 Pinza pinche para diferentes diámetros/con válvula de operación manual
- 2 Pinza pinche/ajustable
- 3 Aguja de repuesto

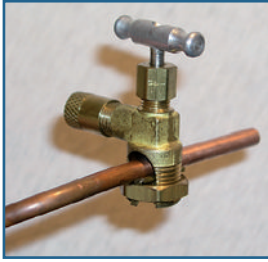


Figura 10: Válvula pinche

Permite perforar/acceder a cualquier tubo de refrigerante de 5 a 16 mm

➔ ÚNICAMENTE para instalaciones temporales en sistemas; de lo contrario, se pueden producir fugas de refrigerante. ➔

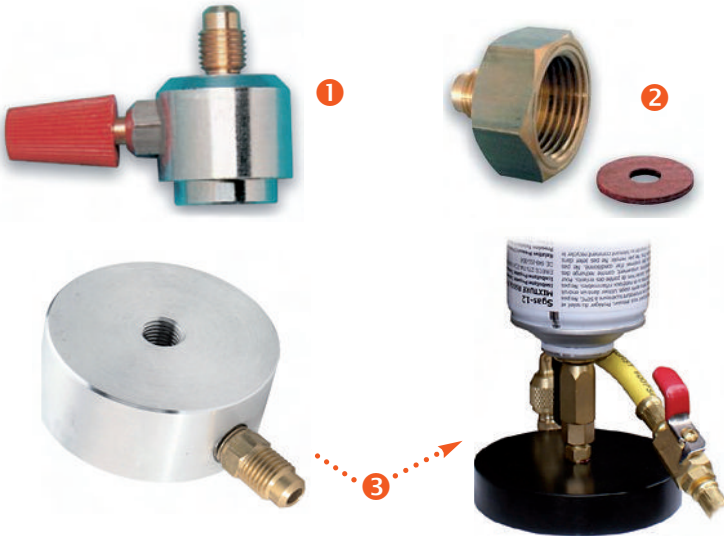


Figura 11: Manguera de carga y conectores de cilindros

- ➊ Válvula para lata/extracción de refrigerantes de cilindros de refrigerante pequeños y desechables
- ➋ Adaptador y junta de 21,8 mm para conectar una manguera de carga con rosca de 1/4" SAE
- ➌ Soporte para carga de líquido; conexión para cilindros desechables para garantizar un posicionamiento firme del cilindro en la báscula de carga



Figura 12: Acopladores automotrices (AAP) rápidos de servicio manual para HFC-134a

- 1 Válvula de servicio de baja presión de conexión macho abocinada de 1/4" y acoplador rápido de 13 mm
- 2 Acoplador rápido de servicio de baja presión de conexión hembra de 14 mm y acoplador rápido de 13 mm
- 3 Válvula de servicio de alta presión de conexión macho abocinada de 1/4" y acoplador rápido de 16 mm
- 4 Acoplador rápido de válvula de servicio de alta presión, de conexión hembra de 14 mm, y acoplador rápido de 16 mm



Figura 13: Cilindro de recuperación de refrigerante

- 1 Cilindro de recuperación estándar del Departamento de Transporte de los EE. UU., sin protección contra sobrellenado
- 2 Interruptor de flotación de nivel de líquido para conexión de unidades de recuperación (juego de instalación de cilindros)
- 3 Cilindro de recuperación, estándar del DOT, (EE. UU.) con OFP
- 4 Cilindro de recuperación, estándar EN (Europa), acorde a las normas del ADR (Transporte de mercancías peligrosas por carretera)
- 5 Simulación de corte de un cilindro
- 6 Válvula de líquido/vapor (válvula doble) con válvula de seguridad interna
- 7 Línea de transferencia para refrigerante gaseoso
- 8 Línea de transferencia para refrigerante líquido (tubo de inmersión)



Figura 14: Cinturón de calentamiento con termostato

Reduce el tiempo de recarga de refrigerante
Permite descargas de refrigerante eficientes
Temperatura de funcionamiento de 55 °C/125 °F; capacidad de 300 W



Figura 15: Juego de prueba de contaminación de refrigerante y aceite

Juego de prueba Checkmate para utilización en campo
Determinación rápida y precisa de los niveles de contaminantes en el aceite y el refrigerante



Figura 16: Juego de prueba de aceite para lubricante a base de minerales y de alquilobenceno

El juego de prueba consta de un frasco y está diseñado para proporcionar una indicación visual del contenido de ácido de lubricantes a base de minerales y de alquilobenceno. Simplemente coloque una muestra de aceite en el frasco, bátilo y observe el color. Si continúa siendo violeta, el aceite es seguro. Si se torna naranja, aceite es marginal y probablemente se deban tomar medidas. Si el color se torna amarillo, significa que el aceite es ácido y se debe cambiar, o que se deben tomar otras medidas. **Lea siempre las instrucciones del fabricante antes de la utilización.**



Figura 17: Juego de prueba de aceite para lubricantes a base de polyol éster (POE)

El juego de prueba consta de un frasco y está diseñado para proporcionar una indicación visual del contenido de ácido de lubricantes a base de polyol éster (POE). Simplemente coloque una muestra de aceite en el frasco, bátilo y observe el color. Si continúa siendo violeta, el aceite es seguro. Si se torna naranja, significa que el aceite es marginal y probablemente se deban tomar medidas. Si el color se torna amarillo, significa que el aceite es ácido y se debe cambiar, o que se deben tomar otras medidas. **Lea siempre las instrucciones del fabricante antes de la utilización.**



Figura 18: Juego de prueba de adaptación

Para el proceso de adaptación se requiere la eliminación de aceites a base de minerales, y su reemplazo por lubricantes a base de polyol éster.

Cuando existe este requisito, es necesario reducir los niveles de los aceites a base de minerales hasta valores aceptables para garantizar el funcionamiento correcto del sistema.

El JPA (juego de prueba de adaptación) ofrece un método simple para determinar el nivel de aceites a base de minerales residuales de un sistema. Resulta ideal para aplicaciones en el campo, ya que proporciona una indicación visual de tres niveles de concentración de aceites a base de minerales: Superior al 5%, entre el 1 y el 5%, y del 1% o menos.

Lea siempre las instrucciones del fabricante antes de la utilización.



Figura 19: Refractómetro

Instrumento óptico de precisión que permite determinar en forma rápida y precisa el índice refractivo de soluciones líquidas. Contribuye específicamente a la determinación del porcentaje de aceites residuales restantes en un sistema de refrigeración durante la conversión de éstos en aceites de refrigeración nuevos.

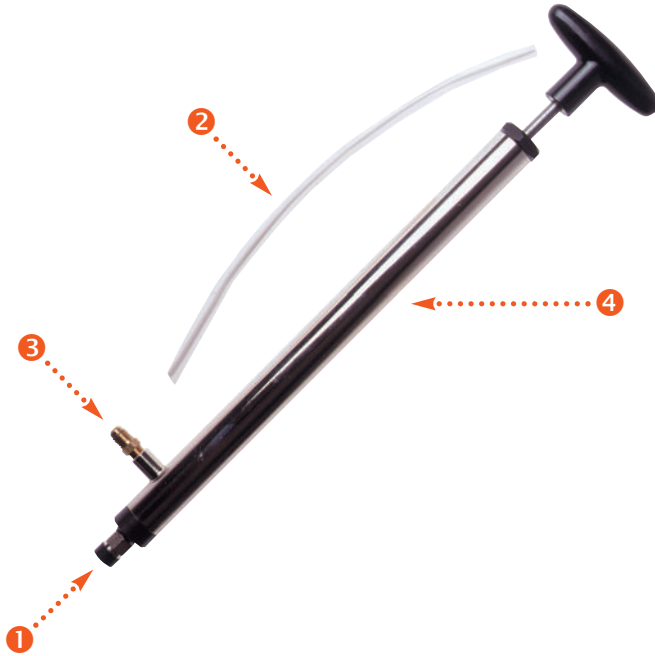


Figura 20: Bomba de aceite

- 1 Conexión de succión
- 2 Manguera de succión
- 3 Salida de bomba con conexión de manguera de 1/4" SAE
- 4 Cuerpo de bomba manual

Capítulo 3: Equipos de recuperación, reciclaje, reprocesamiento y evacuación (RRRE)

Prólogo

En el siguiente capítulo se proporciona una perspectiva general de equipos importantes utilizados en el campo de la recuperación, del reciclaje, del reprocesamiento y de la evacuación de sistemas de refrigeración.

Equipos de recuperación

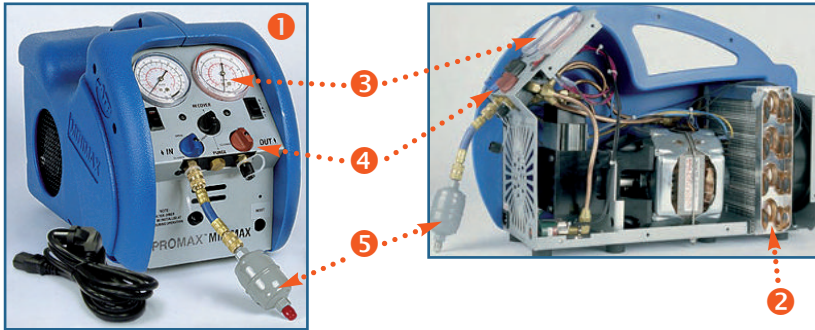


Figura 1: Unidad de recuperación de refrigerante

- 1** Unidad de recuperación "sin aceite" para sistemas de refrigeración y aire acondicionado comerciales

2 Condensador y ventilador

3 Indicadores de alta y baja presión

4 Válvulas de entrada y salida de refrigerante

5 Filtro secador en línea
- 6** Unidad de recuperación "con aceite" para sistemas de refrigeración y AA acondicionado comerciales y domésticos

7 Cordón de acceso para protección contra sobrellenado (OFF)

8 Cilindro de recuperación

9 Unidad de recuperación "sin aceite" para todo tipo de refrigerantes, incluido el CFC-R11

EQUIPOS DE RECUPERACIÓN, RECICLAJE, REPROCESAMIENTO Y EVACUACIÓN (RRRE)

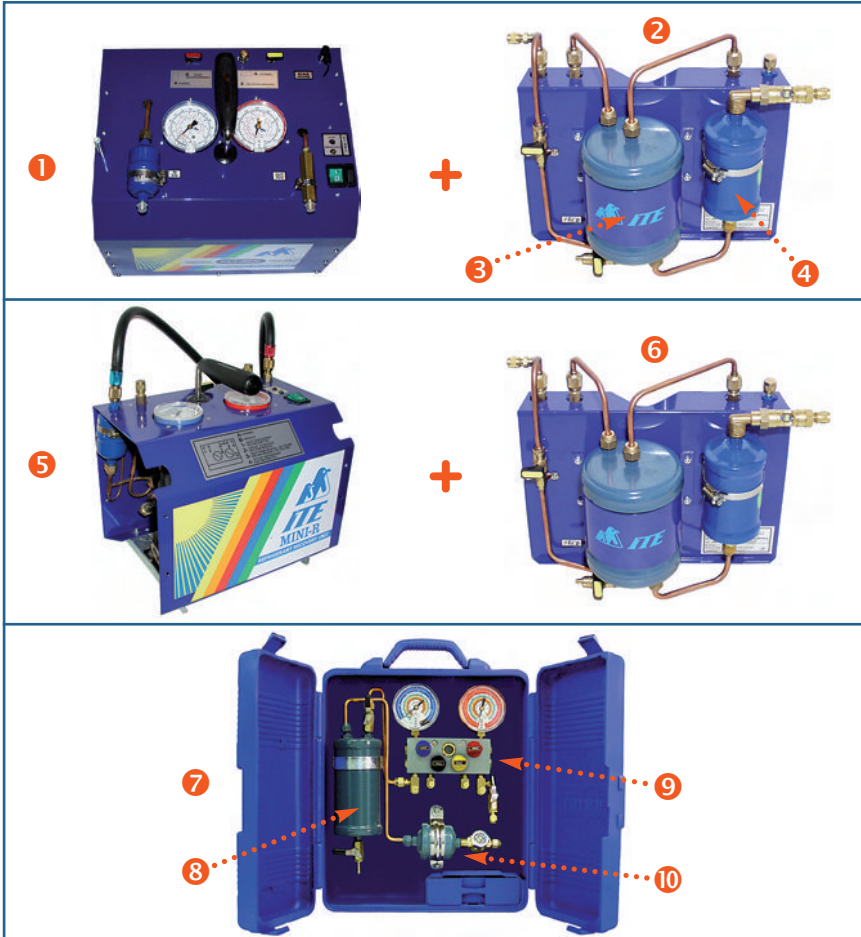


Figura 2: Unidad de recuperación y reciclaje de refrigerante

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Unidad de recuperación "sin aceite" para sistemas de refrigeración y aire acondicionado comerciales equipada con capacidades de conexión para reciclaje de refrigerantes 2 Módulo de limpieza de refrigerante para unidad de recuperación 3 Separador de aceite con válvula de drenaje de aceite 4 Filtro secador con mirilla | <ul style="list-style-type: none"> 5 Unidad de recuperación "con aceite" para sistemas de refrigeración y AA acondicionado comerciales y domésticos 6 Módulo de limpieza de refrigerante para unidad de recuperación 7 Módulo de limpieza para todo tipo de unidad de recuperación 8 Separador de aceite con válvula de drenaje de aceite 9 Juego de indicadores de distribuidor para indicadores de alta y baja presión 10 Filtro secador con mirilla |
|--|--|



Figura 3: Unidad de recuperación, reciclaje, evacuación y carga

- 1 Unidad semiautomática para reciclaje de refrigerante y aplicación de AAP
- 2 Unidad de reciclaje doble de AAP (para dos refrigerantes diferentes)
- 3 Indicadores de alta y baja presión internos y externos con mangueras y acopladores rápidos
- 4 Cilindro de refrigerante interno y externo con OFF y dispositivo de calentamiento
- 5 Estación de servicio de refrigerante automática para AAP, camiones y autobuses
- 6 Estación de servicio de refrigerante automática para AAP
- 7 Unidad de servicio semiautomática para sistemas de AAP, comerciales, etc.



Figura 4: Máquina de recuperación de refrigerante

- 1 Máquina de recuperación de refrigerante, de gran capacidad de procesamiento de refrigerantes y resultados de alta pureza
- 2 Indicadores de alta y baja presión
- 3 Tablero de control con selector de refrigerantes; permite manipular hasta tres refrigerantes diferentes
- 4 Máquina de recuperación de refrigerante de tamaño reducido



Figura 5: Bolsa de recuperación de refrigerante

- 1 Bolsa de recuperación para refrigerante CFC-R12 y/o HFC-R134a; capacidad de hasta 250 g (R12) y 200 g (R134a); temperatura de funcionamiento máxima de 60 °C; sobrepresión máxima de 0,1 bar
- 2 Accesorios (manguera y pinza pinche)

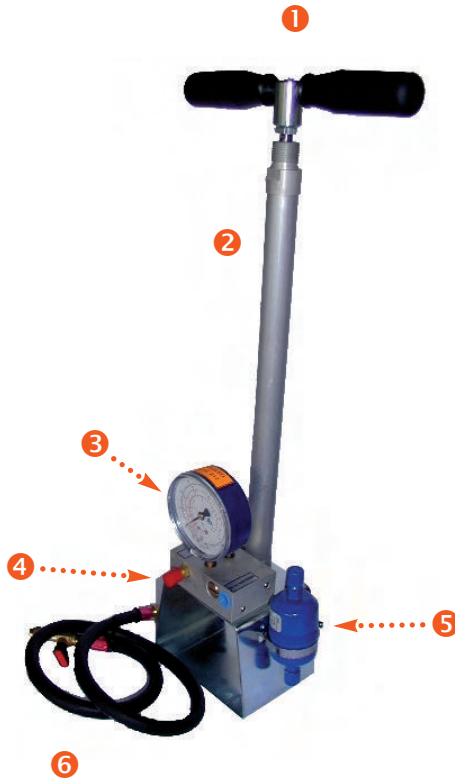


Figura 6: Bomba manual de recuperación de refrigerante

- | | |
|---|--|
| <p>1 Bomba manual de recuperación con manija; sobrepresión máxima de 15 bar; carrera de pistón de 20/300 mm; salida de frecuencia con 30 carreras/min; y presión de succión constante de 5 bar y 0,14 kg/min de vapor y 0,8 kg/min de líquido; 1,9 kg de peso; para utilizar con CFC-R12 y HFC-R134a</p> | <p>2 Cuerpo de bomba con pistón</p> <p>3 Indicador de succión de presión de entrada</p> <p>4 Conexión de puerto de entrada y salida con conexión macho de 1/4" SAE</p> <p>5 Filtro secador en línea de tamaño 032</p> <p>6 Manguera de transferencia de refrigerante con válvula de bola para conexión hembra de 1/4" SAE</p> |
|---|--|

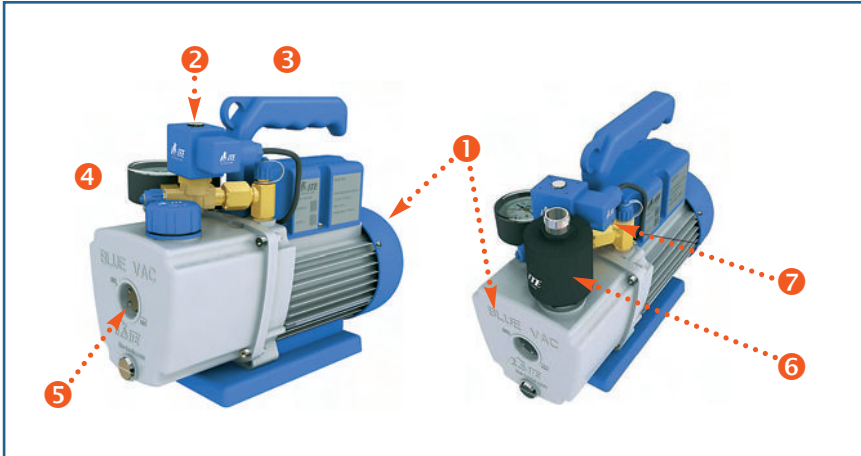


Figura 7: Bomba de vacío

- 1 Bomba de vacío de doble etapa de 40 L/min (1,44 PCM) a 280 L/min (9,64 PCM); vacío final de 0,16 mbar (12 micrones); equipada con válvula de lastre de gas
- 2 Válvula de solenoide
- 3 Manija con escape de aire purgado
- 4 Indicador de vacío (relativo)
- 5 Mirilla de nivel de aceite
- 6 Filtro de neblina de aceite
- 7 Conexión de manguera de $\frac{3}{8}$ "
- 8 Bomba de vacío de 198 L/min (7 PCM)
- 9 Recipiente de aceite de bomba de vacío (diferentes tamaños)

► ► ► Equipos de carga



Figura 8: Unidad de carga y evacuación de refrigerante

- 1 Bomba de vacío (doble etapa) con indicador de vacío
- 2 Juego de indicadores de distribuidor con indicador alta/baja presión
- 3 Termómetro para cilindro de carga
- 4 Cilindro de carga con escala y graduación de refrigerante



Figura 9: Unidad de carga y evacuación de HC-R600a y HFC-R134a

- 1 Bomba de vacío (doble etapa)
- 2 Juego de indicadores de distribuidor; indicadores de baja presión de R600a/R134a e indicador de vacío
- 3 Báscula de carga electrónica
- 4 Soporte para latas de refrigerante



Figura 10: Cilindro métrico de carga de refrigerante

- 1 Termómetro o indicador de presión para indicaciones de temperatura/ presión de refrigerante
- 2 Válvulas de líquido/gas
- 3 Escala transparente con graduación de refrigerante
- 4 Cilindro interno de refrigerante
- 5 Tubo indicador de nivel de refrigerante de vidrio
- 6 Soporte de cilindros de carga con elemento calentador de refrigerante



Figura 11: Arreglo de carga para HC

- 1 Manguera de drenaje de refrigerante a base de HC (5 m de largo como mín.)
- 2 Recipiente de refrigerante de 450 g para HC
- 3 Manguera de carga con adaptadores y válvulas
- 4 Báscula de carga electrónica



Figura 12: Recipiente de carga/drenaje de lubricante para compresores

- 1 Conexión hembra de 1/4" SAE
- 2 Válvula
- 3 Graduación de carga en oz/ml
- 4 Recipiente de CPV

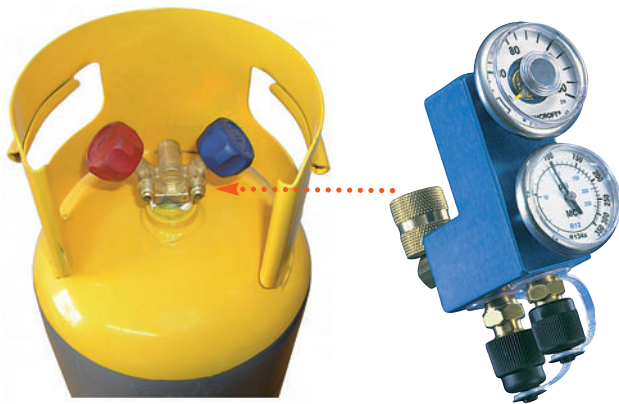


Figura 13: Extractor de gases no condensables (GNC)

Indica, por ej., excesos de aire (GNC) en cilindros de refrigerante (CFC-R12 y HFC-R134a) y los elimina

Capítulo 4: Instrumentos de medición (IM)

Prólogo

En el siguiente capítulo se describirán varios instrumentos para la identificación de fugas en sistemas de refrigeración, y también diferentes herramientas de medición para la carga y la medición eléctrica de valores de refrigerante, y para la prueba de capacidad de compresores. A su vez, se presentarán instrumentos para la identificación de refrigerantes y el control de vacío.

▶ ▶ ▶ Instrumentos de detección de fugas



Figura 1: Detector electrónico de fugas

Detecta refrigerantes halogenados. Identifica fugas de hasta 3 g por año.
 Alarma sonora de frecuencia variable. Indicación visual de fugas.
 Bomba mecánica y sonda metálica flexible.

- ❶ Sonda metálica flexible con sensor
- ❷ Teclado
- ❸ Luz orientable adicional

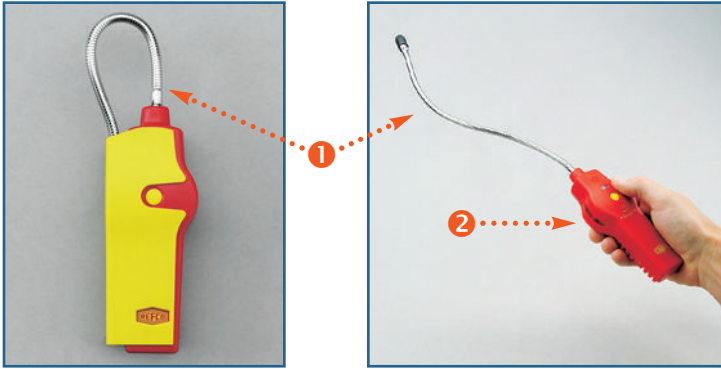


Figura 2: Detector electrónico de fugas de refrigerantes a base de HC

Valor de sensibilidad inferior a 50 ppm (propano, isobutano, metano)

- 1 Sonda metálica flexible con sensor
- 2 Teclado



Figura 3: Detector de fugas mediante haluros (prohibido en la UE)

Juego portátil de detección de fugas mediante haluros

- 1 Cilindro, válvula y cabezal de llama de propano
- 2 Manguera de succión
- 3 Llama azul (no se detecta refrigerante)
- 4 Llama verde (se detecta refrigerante)



Figura 4: Detector de fugas UV

El juego portátil de detección de fugas ultravioleta (UV) detecta fugas de refrigerantes comunes de aproximadamente 3,5 g por año en sistemas de refrigeración y AA

- 1 Lámpara UV/azul de alta intensidad (100 W)
- 2 Tinte para inyección de ciclo de refrigerante
- 3 Gafas de realce de fluorescencia
- 4 Manguera con adaptador y conexiones
- 5 Bomba de inyección



Figura 5: Aspersor de detección de fugas

Aspersor de detección de fugas no corrosivo, de alta viscosidad y no congelante

▶ ▶ ▶ Instrumentos de medición



Figura 6: Identificador de refrigerante

Este identificador de refrigerante permite determinar la concentración de peso de:

- A) CFC-R12, HFC-R134a, HCFC-R22, HC y aire
- B) Mezclas de HFC; por ej., R404, R407, R410, etc.

- ① Visualización LCD
- ② Filtro de entrada
- ③ Impresora
- ④ Manguera de conexión con adaptador



Figura 7: Identificador de refrigerante para HCFC-R22

Este identificador permite verificar la presencia y la calidad de refrigerante HCFC-R22
 Aprobación/desaprobación de pureza de refrigerante del 95%
 Confirmación del contenido del sistema/cilindro de refrigeración en menos de cinco minutos



Figura 8: Ejemplos de indicadores de vacío electrónicos (comúnmente utilizados)

- 1 Indicador de vacío electrónico; rango de medición de 50 a 5.000 micrones
- 2 Indicador de vacío digital; rango de 0 a 12.000 micrones (diferentes unidades opcionales)
- 3 Visualización LED
- 4 Visualización LCD
- 5 Conexiones de manguera



Figura 9: Báscula de carga de refrigerante

- ❶ Báscula de carga electrónica para cargas de cilindros y sistemas de refrigeración; capacidad de 50 kg; precisión del $\pm 0,5\%$; resolución de 2 g
- ❷ Báscula de carga electrónica para sistemas de refrigeración herméticos de tamaño reducido (domésticos); capacidad de hasta 5 kg; resolución de 1 g
- ❸ Visualización LCD



Figura 10: Báscula de carga de resorte

- ❶ Aplique
- ❷ Graduación de peso
- ❸ Juego de ajuste de cantidad de llenado máxima
- ❹ Gancho de carga
- ❺ Cordón de conexión para protección contra sobrellenado (OFP)



Figura 11: Termómetro eléctrico

- 1 Termómetro electrónico de hasta dos sondas; rango de medición de -50 a 1.150 °C
- 2 Termómetro electrónico equipado con tres sondas
- 3 Termómetro electrónico de mano con una sonda; rango de medición de -50 a 150 °C
- 4 Termómetro para refrigeradores y congeladores; rango de -50 a 50 °C



Figura 12: Medidor digital de pinza

Medición de amperios, voltaje y resistencia sin contacto
 Visualización LCD y función de retención para facilitar la lectura

- 1 Pinza de medición de amperios
- 3 Visualización LCD
- 2 Selector de medición
- 4 Cables de prueba

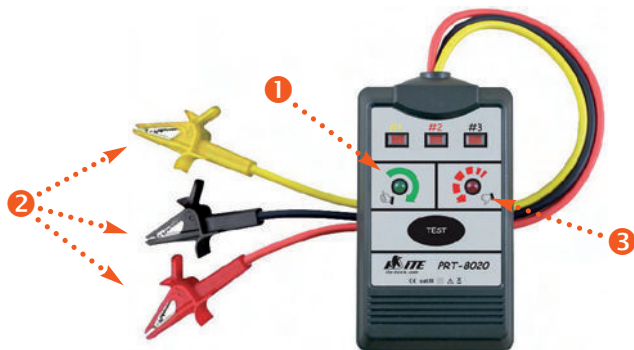


Figura 13: Medidor de campo rotativo

Identificación de campo rotativo; por ej., compresor de espiral

- 1 Campo rotativo hacia la derecha
- 2 Pinzas de conexión para tres fases
- 3 Campo rotativo hacia la izquierda (dirección incorrecta)



Figura 14: Multímetro digital de rango automático

Permite probar baterías, capacitores y componentes de resistores

- 1 Selector de medición
- 2 Cables de prueba

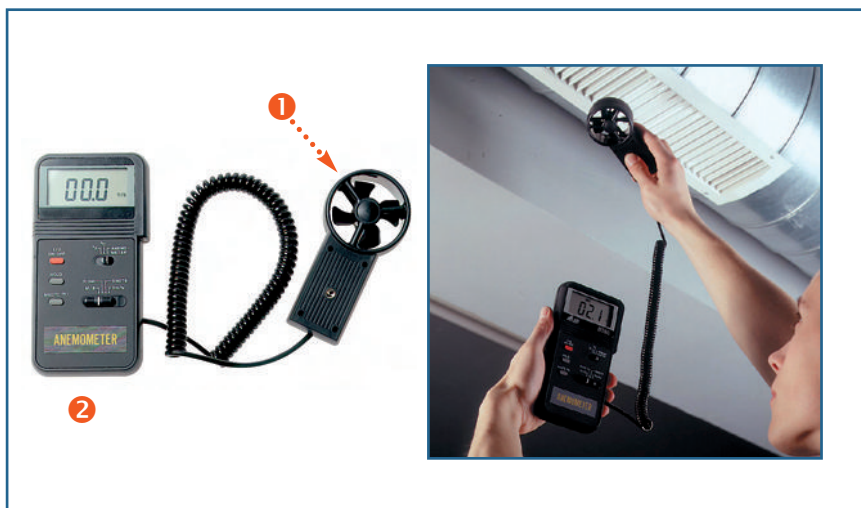


Figura 15: Anemómetro y termómetro

Medición de velocidad del aire para sistemas de AA

- 1 Sensor de aletas con termómetro integrado
- 2 Dispositivo de medición de temperatura y velocidad del aire



Figura 16: Medidor de nivel de sonido

Permite medir el nivel de sonido de equipos de refrigeración y AA
Rango de medición de 40 a 140 dB

- 1 Sensor
- 2 Visualización digital
- 3 Teclado

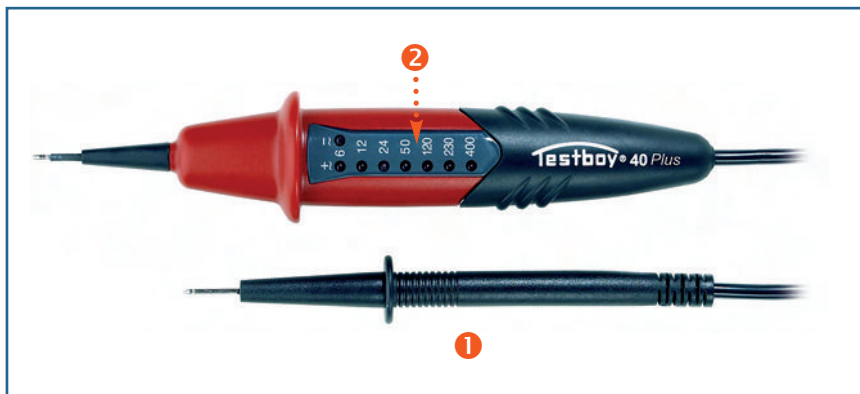


Figura 17: Probador de alimentación eléctrica

Probador eléctrico; 6 a 220 voltios de CC; 24 a 480 voltios de CA

- 1 Probador de alimentación eléctrica con cable
- 2 Visualización de LED

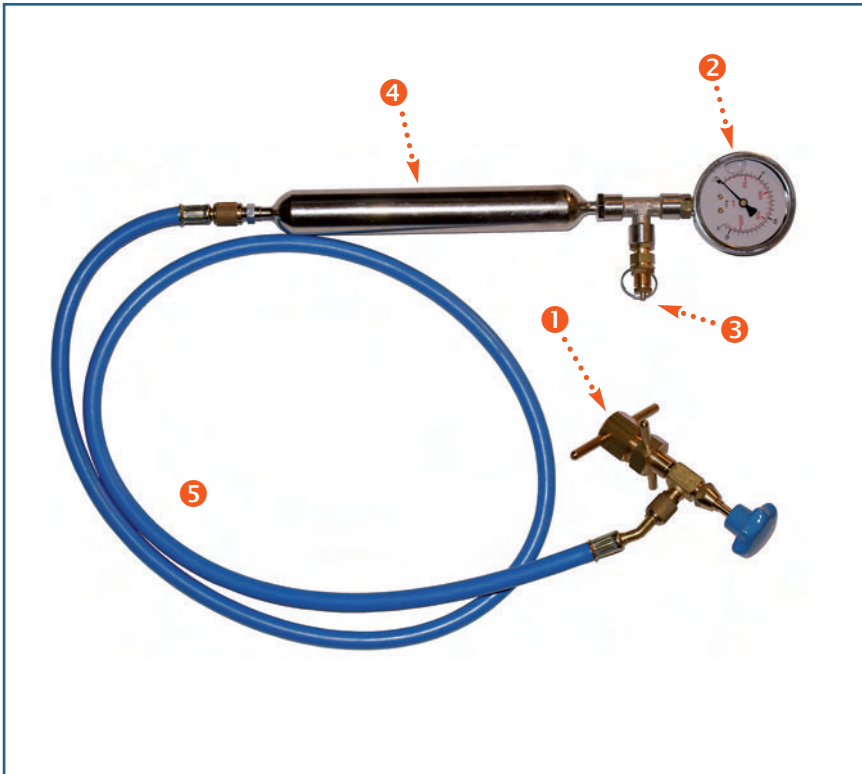


Figura 18: Probador de compresor hermético

Herramienta de utilización sencilla que permite probar la capacidad del compresor

Se debe utilizar únicamente con nitrógeno seco.

- ❶ Acoplador rápido
- ❷ Indicador de presión
- ❸ Válvula de seguridad ajustable
- ❹ Tanque de presión
- ❺ Manguera de carga de refrigerante



Parte II: Habilidades y funcionamiento

Introducción a la parte II

En la Parte II, se explica en detalle el “saber hacer” relacionado con las más modernas técnicas de servicio y mantenimiento de sistemas de refrigeración, sin excluir el montaje y la puesta en servicio. A su vez, se indican pautas basadas en conocimiento técnico especializado, relacionadas con las habilidades necesarias para la reparación de sistemas de refrigeración y aire acondicionado domésticos, como el doblamiento, el abocinamiento, la soldadura fuerte y el prensado de tuberías. Esto cobra particular importancia para sistemas con refrigerantes a base de hidrocarburos inflamables que se deban tratar con más cuidado.

Capítulo 5: Montaje de un sistema de refrigeración

Prólogo

Además de la instalación de los componentes principales del sistema de refrigeración, es necesario realizar a la perfección, con limpieza, y en forma adecuada el tendido de las tuberías de refrigerante.

Las tuberías más comunes que se pueden hallar en sistemas de refrigeración están confeccionadas en cobre. El tamaño de éstas corresponde al diámetro exterior real, y vienen con longitudes de 5 a 6 m (16 a 20 pies) en cobre duro y de 15 a 50 m (50 a 165 pies) en espirales de cobre blando.

Existen dos tipos de tuberías de cobre comunes:

- De cobre duro (rígido)
- De cobre blando (recocado)

Para la refrigeración se utilizan tubos de cobre especialmente diseñados y preparados debido a la posibilidad de emplearlos para presiones más altas. Vienen con los extremos sellados de fábrica para evitar la contaminación con humedad o polvo, etc.

Cobre blando

Los tubos de cobre blandos y flexibles son más versátiles que los de cobre rígido. Vienen en tramos mucho más largos enrollados y requieren menores cantidades de uniones, lo cual reduce la posibilidad de fugas. Debido a su naturaleza bastante más flexible, se pueden posicionar y formar con facilidad, con lo cual se ahorra tiempo.

Cobre duro

Las tuberías de cobre duro son rígidas y se identifican por tamaño y nombre. La instalación de este tipo de tuberías proporciona más prolijidad, aunque demanda más tiempo y es más difícil que la instalación de tuberías blandas. En comparación con las tuberías de cobre blando, requiere muy poco apoyo mecánico para mantenerse en posición.

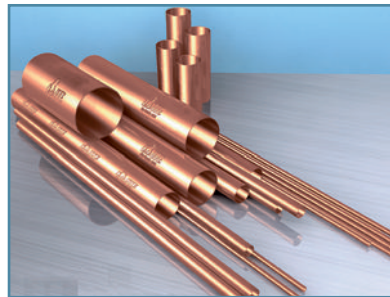


Figura 1: Comparación de cobre blando y duro

En la tabla se muestran tubos de tamaños comunes:

Estándar europeo					
Espirales de cobre (recocido) UNIDADES IMPERIALES			Espirales de cobre (recocido) UNIDADES MÉTRICAS		
Diámetro	Largo (m)	Pared (mm)	Diámetro	Largo (m)	Pared (mm)
3/16"	50	1	4 mm	25	1
1/4"	30	1	6 mm	25	1
5/16"	50	1	8 mm	25	1
3/8"	30	1	10 mm	25	1
1/2"	30	1	12 mm	25	1
5/8"	30	1	15 mm	25	1
3/4"	15	1	16 mm	25	1
7/8"	15	1	18 mm	25	1
			22 mm	25	1

Tabla 1: Cobre blando (recocido), estándar europeo

Estándar de EE. UU.		
Espirales de cobre (recocido) UNIDADES IMPERIALES		
Diámetro	Largo (pies)	Pared (mm)
1/8"	50	0,76
3/16"	50	0,76
1/4"	50	0,76
5/16"	50	0,81
3/8"	50	0,81
1/2"	50	0,81
5/8"	50	0,89
3/4"	50	0,89
7/8"	50	1,14
1 1/8"	50	1,21
1 3/8"	50	1,40
1 5/8"	50	1,52

Tabla 2: Cobre blando (recocido), estándar de EE. UU.

Estándar europeo					
Tramo recto de cobre rígido UNIDADES IMPERIALES			Tramo recto de cobre rígido UNIDADES MÉTRICAS		
Diámetro	Largo (m)	Pared (mm)	Diámetro	Largo (m)	Pared (mm)
1/4"	4 ó 5	1	6 mm	5	1
3/8"	4 ó 5	1	8 mm	5	1
1/2"	4 ó 5	1	10 mm	5	1
5/8"	4 ó 5	1	12 mm	5	1
3/4"	4 ó 5	1	15 mm	5	1
7/8"	4 ó 5	1	16 mm	5	1
1"	4 ó 5	1	18 mm	5	1
1 1/8"	4 ó 5	1	22 mm	5	1
1 3/8"	4 ó 5	1,24	28 mm	5	1,5
1 5/8"	4 ó 5	1,24	35 mm	5	1,5
2 1/8"	4 ó 5	1,65	42 mm	5	1,5
2 5/8"	4 ó 5	2,10	54 mm	5	2
3 1/8"	4 ó 5	2,50	64 mm	5	2
3 5/8"	4	2,50	76 mm	5	2
4 1/8"	4	2,50	89 mm	5	2
			108 mm	5	2,5

Tabla 3: Cobre rígido (duro), estándar europeo; unidades imperiales/unidades métricas

Estándar de EE. UU.					
Tramo recto de cobre rígido UNIDADES IMPERIALES					
Diámetro	Largo (pies)	Pared (mm)	Diámetro	Largo (pies)	Pared (mm)
3/8"	16,4	0,76	1 5/8"	16,4	1,53
1/2"	16,4	0,89	2 1/8"	16,4	1,78
5/8"	16,4	1,02	2 5/8"	16,4	2,03
3/4"	16,4	1,07	3 1/8"	16,4	2,29
7/8"	16,4	1,14	3 5/8"	16,4	2,54
1 1/8"	16,4	1,21	4 1/8"	16,4	2,79
1 3/8"	16,4	1,40			

Tabla 4: Cobre rígido (duro), estándar de EE. UU.

La capacidad de refrigeración del sistema se ve afectada por las disminuciones de presión en la tubería. Estas disminuciones de presión no sólo reducen la capacidad de enfriamiento, sino también aumentan el consumo de energía del compresor.

El tamaño del sistema de tuberías es determinado por los siguientes factores:

- Disminuciones de presión
- Velocidad del flujo
- Retorno de aceite

Para el montaje del sistema de refrigeración seleccionado (unidad de demostración), se seleccionarán los siguientes diámetros de tubos:

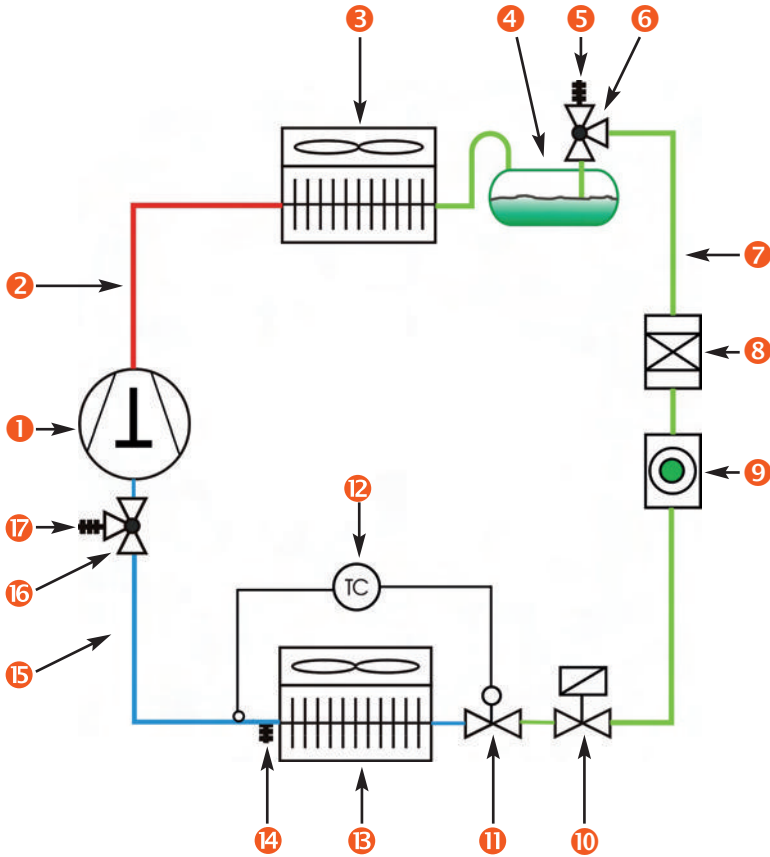
- Tubo de succión, 10 mm
- Tubo de líquido, 6 mm

▶ ▶ ▶ Criterios de diseño y selección de sistema

Elemento	Cant.	Unidad	Pieza	Referencia	Dimensiones/ Rango
1	1	Pieza	Unidad de condensación hermética	DANFOSS SC 15 GXT2 Refrigerante HFC-R134a Capacidad de ref. de -5 °C/830W Alimentación de 600 W 230V/1 f/50 Hz	al x an x prof/mm 296 x 333 x 451 Peso de 21,6 kg
2	1	Pieza	Evaporador	KUEBA DFA 031 Refrigerante HFC-R134a Capacidad de ref. de -5 °C/900W Superficie de 4,9 m ² Ventilador; 230V/1 f/50 Hz/29W	al x an x prof/mm 165 x 580 x 510 Peso de 10 kg
3	1	Pieza	Válvula de expansión térmica	DANFOSS TN 2	Entrada de 3/8" Salida de 1/2"
4	1	Pieza	Válvula de expansión térmica con filtro de entrada	DANFOSS Tamaño 01	
5	1	Pieza	Filtro secador	DANFOSS DML	Conexión macho abocinada de 6 mm/1/4" x conexión macho abocinada de 6 mm/1/4"
6	1	Pieza	Mirilla	DANFOSS SGN	Conexión macho abocinada de 6 mm/1/4" x conexión hembra abocinada de 6 mm/1/4"
7	1	Pieza	Válvula de solenoide	DANFOSS EVR 3	Conexión macho abocinada de 6 mm/1/4" x conexión macho abocinada de 6 mm/1/4"
8	1	Pieza	Termostato de tubo capilar	DANFOSS KP 62	Rango de temperatura de -40 a +65 °C

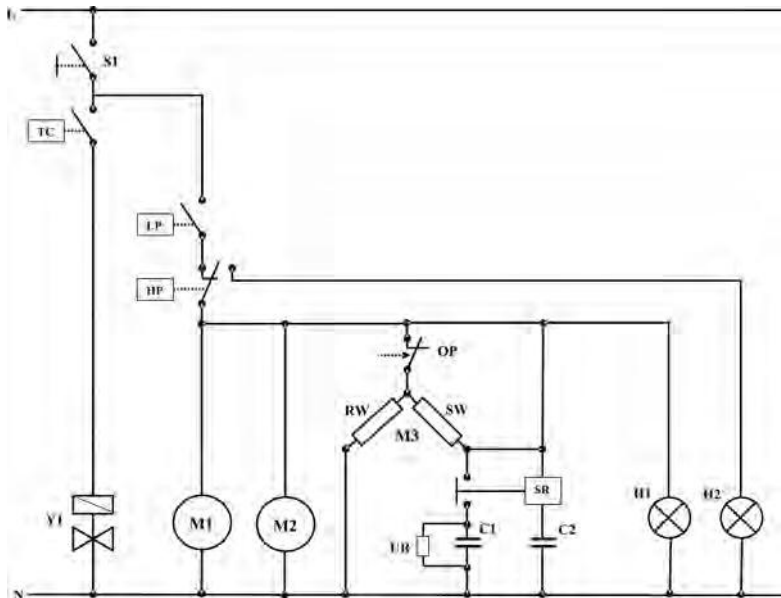
Elemento	Cant.	Unidad	Pieza	Referencia	Dimensiones/ Rango
9	1	Pieza	Interruptor de presión doble	DANFOSS KP15	BP; 0,7 a 4 bar AP; 8 a 32 bar
10	5	m	Tubo de cobre blando	Tubo de líquido	6 x 1 mm/1/4"
11	5	m	Tubo de cobre blando	Tubo de succión	10 x 1 mm/3/8"
12	3	Pieza	Acoplamiento de unión de latón		10 mm/3/8" 5/8" UNF
13	6	Pieza	Tuerca de latón SAE para acoplamiento de unión		10 mm/3/8" 5/8" UNF
14	1	Pieza	Tuerca de latón SAE Salida de válvula de expansión		Orificio de 1/2"/10 mm 3/4" UNF
15	1	Pieza	Tuerca de latón SAE Entrada de válvula de expansión		Orificio de 3/8"/6 mm 5/8" UNF
16	2	Pieza	Tuerca de latón SAE/ filtro secador y mirilla		Orificio de 1/4"/6 mm 7/16" UNF
17	2	Pieza	Tuerca de latón SAE/ válvula de solenoide		Orificio de 1/4"/6 mm 7/16" UNF
18	1	Pieza	Unión en T de latón forjado con mediciones de núcleo de válvula/ evaporador		Tubo de 3/8"; 7/16" UNF
19	1	Pieza	Interruptor maestro con alojamiento	MOELLER; SVB	230 V/1 f/50 Hz
20	1	Pieza	Luz indicadora	Verde	230 V/1 f/50 Hz
21	1	Pieza	Luz indicadora	Roja	230 V/1 f/50 Hz
22	1	Pieza	Caja de conexión de cables	HENSEL D9045 5 aberturas	98 x 98 x 58 mm
23	6	m	Cable eléctrico flexible		3 x 1,5 mm ²
24	40	Pieza	Sujetador de cables		
25	10	Pieza	Abrazaderas de tubo de cobre		6 mm/1/4"
26	10	Pieza	Abrazaderas de tubo de cobre		10 mm/3/8"
27	1	Pieza	Placa perforada (metal)		500 x 800 mm
28	50	Pieza	Tornillos para chapa		
29	8	m	Punzón de taladrar		36 x 36 mm
30	2	Pieza	Soportes de piso		36 x 36 mm
31	4	Pieza	"Ángel" de 45°		
32	2	Pieza	"Ángel" de marco de 90°		
33	18	Pieza	Juego de tornillos, marco		M8 x 40 mm

Tabla 5: Lista completa de materiales (piezas seleccionadas o similares)



- | | | | |
|---|------------------------------|----|-----------------------------------|
| 1 | Compresor hermético | 10 | Válvula de solenoide |
| 2 | Tubo de descarga | 11 | Válvula de expansión termostática |
| 3 | Condensador de refrigerante | 12 | Tubo capilar con sensor |
| 3 | Receptor de refrigerante | 13 | Evaporador de refrigerante |
| 5 | Conexión de servicio | 14 | Conexión de servicio |
| 6 | Válvula de cierre | 15 | Tubo de succión |
| 7 | Tubo de líquido refrigerante | 16 | Válvula de cierre |
| 8 | Filtro secador | 17 | Conexión de servicio |
| 9 | Mirilla de refrigerante | | |

Figura 2: Distribución del sistema de refrigeración (esquema de flujo de refrigerante)



230V/1 f/50 Hz

L	"Fase" de conexión eléctrica	RW	Bobinado de funcionamiento (compresor)
N	"Cable neutro" de conexión eléctrica	SW	Bobinado de encendido (compresor)
S1	Interruptor principal (encendido-apagado)	M3	Compresor de refrigerante
TC	Termostato	SR	Relé de encendido
Y1	Válvula de solenoide	UR	Resistor de descarga (C1)
LP	Interruptor de solenoide	C1	Capacitor de encendido
HP	Corte de alta presión	C2	Capacitor de funcionamiento
M1	Motor de ventilador de condensador	H1	Luz indicadora de "funcionamiento", verde
M2	Motor de ventilador de evaporador	H2	Luz indicadora de "alta presión", roja
OP	Protección contra sobrecargas (compresor)		

Figura 3: Diagrama de cableado eléctrico (extracción/evacuación)

► ► ► Componentes de montaje principales del sistema



Unidad de condensación

Hermética

Refrigerante HFC-R134a
 230 V/1 f/50 Hz
 Capacidad de refrigeración de 875 W
 t_0 -5 °C/temp. amb. de 32 °C
 Temp. amb. máxima de 43 °C

Figura 4: Unidad de condensación



Evaporador

Forzado por aire

Refrigerante HFC-R134a
 230 V/1 f/50 Hz
 Capacidad de refrigeración de 950 W
 t_0 -5 °C
 1 ventilador / 29 W
 Superficie de 4,9 m²
 Espaciamiento entre laminillas de 4,2 mm

Figura 5: Evaporador

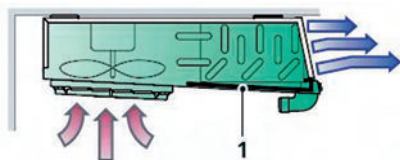


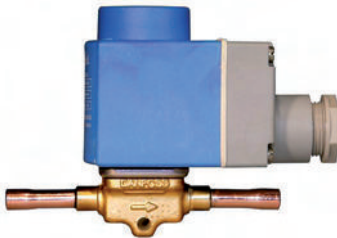
Figura 6: Circulación de aire de evaporador (esquema)



Válvula de expansión termostática

Con equalización interna
 Conexión de refrigerante HFC-R134a
 abocinada/abocinada;
 entrada de 1/4" (6 mm),
 salida de 1/2" (12 mm)

Figura 7: Válvula de expansión termostática



Válvula de solenoide

Normalmente cerrada (NC)

Refrigerantes: CFC, HCFC, HFC
 Entrada/salida de 1/4"/6 mm
 Presión diferencial de apertura
 mín. de 0,0 bar
 Conexiones de soldadura fuerte o
 abocinamiento

Figura 8: Válvula de solenoide



Filtro secador

Optimizado para refrigerante a base
 de HFC
 Conexiones de soldadura fuerte o
 abocinamiento
 Entrada/salida de 1/4"/6 mm SAE

Figura 9: Filtro secador



Mirilla

Con indicador de color para el contenido de humedad en el refrigerante
 Temperatura ambiente:
 de -50 a $+80^{\circ}\text{C}$
 Presión de funcionamiento máx.: 35 bar
 Entrada/salida de $1/4''/6$ mm SAE

Figura 10: Mirilla



Termostato

Con tubo capilar
 Temperatura ambiente:
 de -40 a $+65^{\circ}\text{C}$

Figura 11: Termostato



Interruptor de presión doble

BP; 0,7 a 4 bar
 AP; 8 a 32 bar

Figura 12: Interruptor de presión doble



Interrupor maestro

Con alojamiento

230V/1 f/50 Hz

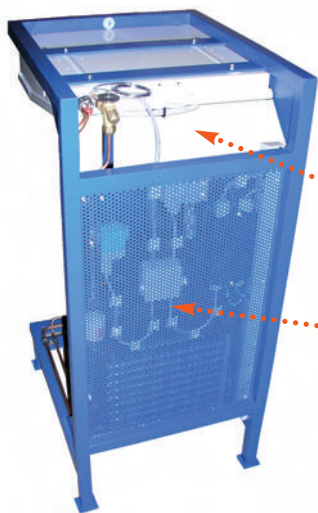
Figura 13: Interrupor maestro (foto por cortesía de Moeller GmbH)



Vista delantera del sistema de refrigeración

- Realizar un corte con el punzón de taladrar y montar el bastidor
- Instalar el soporte e inclinarlo
- Colocar el evaporador
- Colocar la unidad de condensación

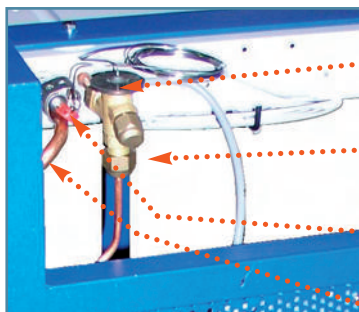
Figura 14: Sistema de refrigeración (vista delantera)



Vista trasera del sistema de refrigeración

- Sección del evaporador
- Instalar una placa de metal perforada

Figura 15: Sistema de refrigeración (vista trasera)



Detalle del evaporador

- Válvula de expansión con instalación de boquilla
- Insertar una boquilla y fijar una tuerca abocinada
- Sensor de temperatura con tubo capilar
- Unión en T con conexión de núcleo de válvula en la línea de succión (evaporador de salida)

Figura 16: Vista detallada del evaporador



Instalar el interruptor de presión doble para el control de alta y baja presión

- Interruptor de presión doble

Figura 17: Vista detallada del interruptor de presión doble



Instalar los componentes del circuito de refrigerante, incluida la tubería

- Válvula de solenoide
- Tuerca abocinada (ejemplo)
- Mirilla
- Filtro secador

Referencias

Doblamiento de tubos de cobre

Soldadura fuerte

Abocinamiento

Figura 18: Componentes del circuito de refrigerante



Instalar los componentes eléctricos

- Termostato
- Interruptor maestro
- Caja de conexión de cables
- Instalar y fijar el cable eléctrico

Figura 19: Componentes eléctricos



Instalar la tubería restante

- Línea de succión
- Línea de líquido
- Tubos de proceso para el interruptor de presión doble

Figura 20: Instalación de tubería

Referencias

Doblamiento de tubos de cobre

Soldadura fuerte

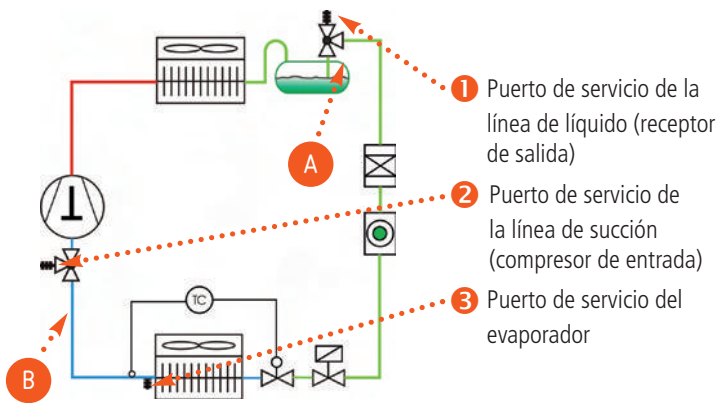
Abocina-miento

►►► Puesta en servicio

La confiabilidad de funcionamiento y la vida útil de servicio de un sistema de refrigeración dependen principalmente del grado de contaminación, de la humedad y de los gases no condensables (por ej., aire) del ciclo de refrigeración, y de la capacidad hermética del diseño y de la construcción (hermetismo).

Una mejor hermetización de los ciclos de refrigeración proporciona una disminución de las sustancias que ingresan en el sistema y que egresan de éste durante el funcionamiento. Estos hechos y conocimientos hacen posible el funcionamiento con protección para el medio ambiente y ahorro de energía.

El sistema de refrigeración montado previamente proporciona varias conexiones para la puesta en servicio del sistema. Estas conexiones de servicio se ubican de la siguiente manera:



Referencias

Herramientas de MCR
Página 23
Figuras 6+7

Figura 21: Perspectiva general de las conexiones de servicio

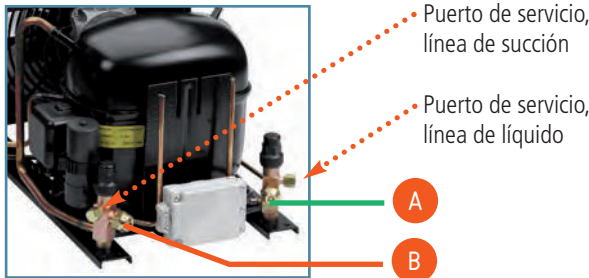


Figura 22: Vista detallada de las conexiones de servicio

▶ ▶ ▶ Prueba de fugas de presión

Esta prueba de fugas proporciona información acerca del nivel de hermetismo total del sistema refrigerado.

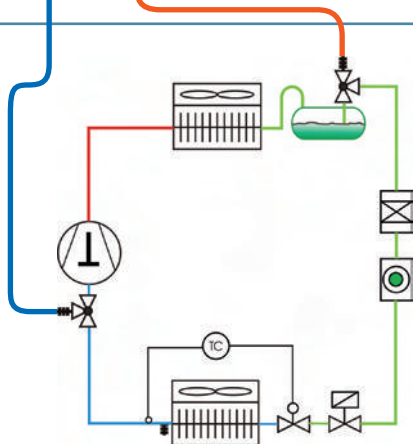
Sólo se debe introducir nitrógeno seco en el sistema refrigerado.

El gas nitrógeno seco del lado de alta y baja presión se debe llevar a una presión de sistema de 10 bar como máximo.

NUNCA UTILIZAR OXÍGENO (por ej., aire del taller) PARA PRESURIZAR UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.



Conectar el regulador de presión del cilindro de nitrógeno al puerto central del juego de manómetro múltiple.



Conectar el indicador de alta presión al puerto de servicio del lado de alta presión del sistema.

Conectar el indicador de baja presión al puerto de servicio del lado de baja presión del sistema.

Referencias

Herramientas de MCR
Páginas 18 a 22

HT
Página 15
Figura 19

IM
Página 43
Figura 5

Figura 23: Prueba de fugas de presión



- Llevar la presión del sistema de refrigeración hasta 10 bar como máximo con nitrógeno seco.
- Cerrar el regulador de presión y retener la presión del sistema.
- Observar la presión en los indicadores. Si existen fugas, la presión disminuirá. Algunas fugas son audibles y se pueden identificar por el sonido de una descarga de gas.
- Verificar todas las conexiones, los abocinamientos y las uniones con solución de agua jabonosa. Identificar fugas prestando atención a la formación de burbujas por la descarga de nitrógeno.
- Reparar las fugas.
- Repetir la prueba si es necesario.

Figura 23a: Ejemplo de una conexión con fugas (ver las burbujas)

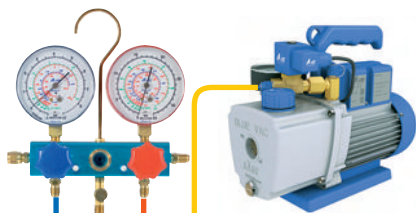
▶ ▶ ▶ Evacuación

Fundamentalmente, la evacuación de un sistema de refrigeración consiste en la reducción del contenido de gases no condensables como el aire y el nitrógeno. Además, la humedad introducida durante el proceso de montaje se debe eliminar antes de hacer funcionar el sistema.

La presión medida finalmente a través del proceso de vacío debe ser de aproximadamente 0,5 mbar (50 Pa, 375 micrones) o mejor.

Si es posible, el sistema se debe evacuar en los lados de alta y baja presión. Para garantizar el vacío especificado, es necesario (si es posible) medir la presión con un indicador de presión en el sistema y no en forma directa en la bomba de vacío.

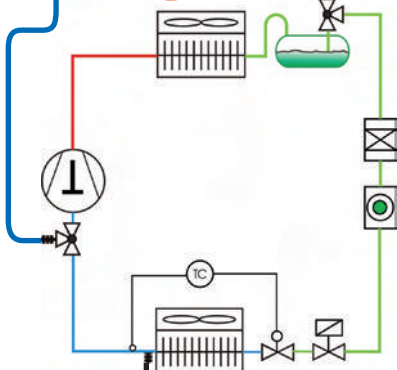
Las mangueras cortas de diámetro amplio (por ej., de $\frac{3}{8}$ ") son las más indicadas para evacuaciones y reducen notablemente el tiempo del proceso. La mayoría de los fabricantes recomiendan realizar la evacuación por lo menos hasta 250 micrones. Existe la posibilidad de hallar especificaciones que exijan evacuaciones hasta los 50 micrones. Para obtener valores de vacío tan bajos, se deben utilizar conexiones de diámetro amplio y longitud muy reducida entre la bomba de vacío y el sistema. Las mangueras flexibles estándares (de $\frac{1}{4}$ ") no proporcionan suficiente selladura y presentan demasiadas restricciones de flujo como para obtener este tipo de vacío.



Conectar la bomba de vacío al puerto central del juego de manómetro múltiple.

Referencias

RRRE
Página 37
Figura 7



Conectar el indicador de vacío al puerto de servicio de salida del evaporador.

Hacer funcionar la bomba de vacío y observar la lectura del indicador de vacío.

IM
Página 45
Figura 8

Figura 24: Evacuación de un sistema de refrigeración

►►► Carga

El compresor nunca se debe hacer funcionar sin refrigerante o en condiciones de vacío. Esto podría dañarlo.

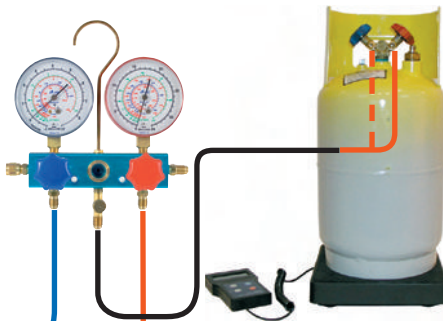
Si la capacidad de llenado de la planta es conocida, la carga de refrigerante líquido en el lado de alta presión del sistema se puede realizar con la planta en reposo, en condiciones de vacío, mediante cilindros o básculas de carga.

Tener extremo cuidado al cargar refrigerante líquido en el lado de baja presión del sistema. El líquido (en grandes cantidades) nunca debe ingresar en el compresor. Por este motivo se debe evitar el así llamado "golpe de ariete de líquido" durante la carga de refrigerante. El R134a es un refrigerante a base de una sustancia y se puede cargar en el sistema desde el cilindro de refrigerante en forma de vapor o líquido.

Si la cantidad de carga aún se debe determinar, cargar primero el refrigerante hasta que el interruptor de baja presión envíe una respuesta y el compresor se pueda encender. En general, basta con cargar la mitad de la cantidad nominal para accionar el compresor durante la operación de carga sin que se produzcan daños en el compresor. Medir la cantidad de refrigerante cargada.

Referencias

IM
Página 46
Figura 9



Conectar el cilindro de carga de refrigerante de la báscula al puerto central del juego de manómetro múltiple. Purgar el aire a través de la manguera de carga.

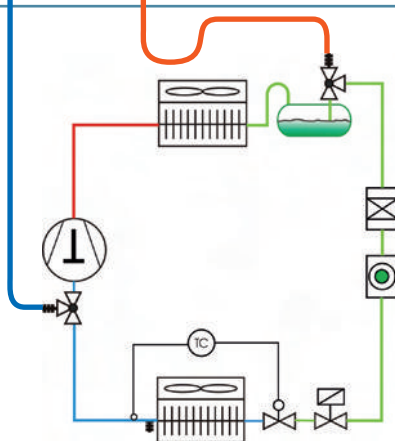
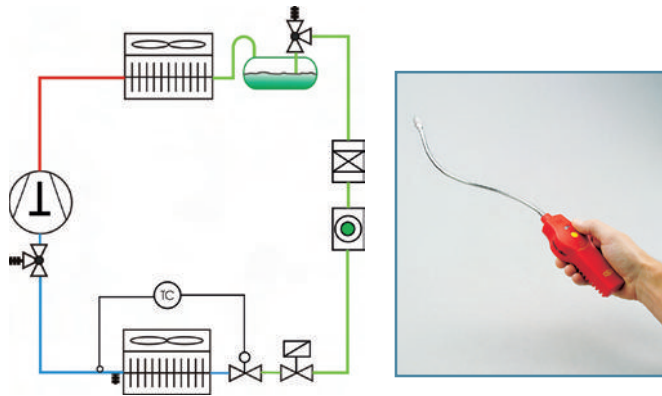


Figura 25: Carga de un sistema de refrigerante

► ► ► Verificación del sistema y prueba final de fugas

Luego del proceso de carga, se debe verificar el ajuste y el funcionamiento de los dispositivos de seguridad y de otros dispositivos de control. El sistema se debe hacer funcionar hasta que se puedan observar suficientes condiciones del sistema. Mientras tanto, se deben registrar valores de temperatura y presión, y se debe asignar al sistema un rótulo en el que se muestren cifras reales; por ej., tipo y cantidad de refrigerante cargado. Luego de la desconexión de los indicadores y las mangueras, se debe realizar una prueba final de fugas.



Referencias

IM
 Página 41
 Figura 1
 Página 42
 Figura 2

Figura 26: Perspectiva general de un sistema de refrigerante

Utilizar una vez más agua jabonosa y/o un detector electrónico de fugas; se podrá comprobar la existencia de puntos de verificación comunes. A continuación se mencionan puntos de fugas muy comunes:

- Tuercas abocinadas
- Válvula de servicio: empaquetadura, accesorio de acceso, montaje
- Unión de soldadura fuerte en la tubería
- Doblamiento de extremo del evaporador putrefactos
- Tubos que se rozan
- Accesorios unidos con soldadura fuerte de material ferroso rajados

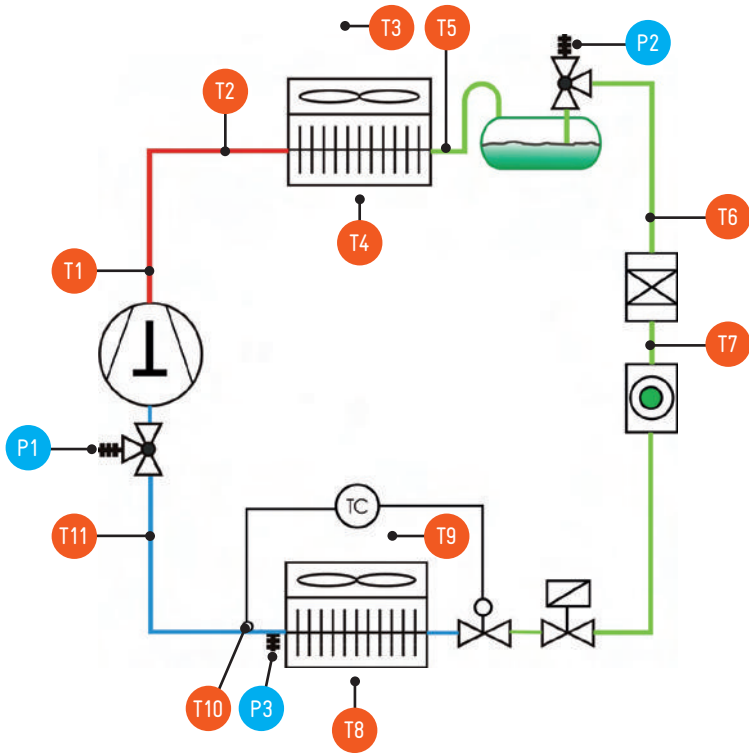


Figura 27: Puntos de medición de temperatura y presión

Referencias IM, página 47, figura 11, página 48, figura 12, página 50, figura 17

Hoja de datos de inicio			
Nombre del técnico			
Dirección			
N.º de teléfono y fax			
N.º de registro			
DATOS de la instalación/los artefactos			
Tipo de instalación		Modelo y n.º	
Fecha de inicio		Fecha de finalización	
Datos de funcionamiento			
Tipo de refrigerante		Carga de refrigerante	
Tipo de lubricante		Carga de lubricante	
Presión de succión, P1		Presión de condensación, P2	
Presión de succión del evaporador P3			
Temp. de descarga T1		Temp. de gas caliente T2	
Temp. del aire a la entrada del cond., T3		Temp. de aire a la salida del cond., T4	
Temp. del ref. a la salida del cond., T5		Temp. del líquido a la entrada del filtro, T6	
Temp. del ref. a la salida del filtro, T7		Temp. del aire a la entrada del evap., T8	
Temp. del aire a la salida del evap., T9		Temp. del gas a la salida del evap., T10	
Temp. del gas a la entrada del comp., T11			
Corte del interruptor de BP		Corte del interruptor de AP	
Datos eléctricos			
Suministro de energía (voltaje)	L1	L2	L3
Lectura de amperios total	L1	L2	L3
Consumo de corriente del compresor	L1	L2	L3
Consumo de corriente del ventilador del evap.			
Consumo de corriente del ventilador del cond.			
Otros datos de instalación			
Diámetro de la línea de descarga		Longitud de la línea de descarga	
Diámetro de la línea de líquido		Largo de la línea de líquido	
Diámetro de la línea de succión		Longitud de la línea de succión	
Línea de succión del aislamiento		Dif. de altitud, comp./evap.	
Tipo de condensador		Tipo de evaporador	
Tipo de filtro secador		Tipo y tamaño de receptor	
Observaciones:			
Firma del técnico			
Fecha			

Tabla 6: Hoja de datos de inicio

Capítulo 6: Doblamiento, el proceso

Prólogo

Debido a su excepcional conformabilidad, el cobre se puede formar a voluntad en el sitio de trabajo.

Un tubo de cobre doblado correctamente no cederá en el exterior de la dobladura y no se deformará en el interior de ésta.

Debido a que el cobre viene previamente formado, los bucles de expansión y otros doblamientos necesarios en un montaje se pueden realizar con rapidez y sencillez si se emplean el método y los equipos apropiados.

Se pueden utilizar herramientas manuales con mandriles, troqueles, moldes y rellenos, o bien máquinas dobladoras eléctricas.

Tanto los tubos recocidos como los tubos duros se pueden doblar con la dobladora adecuada. Se deben emplear dobladoras de tamaño adecuado para cada tamaño de tubo.



Seguir siempre las normas de seguridad específicas.
(Ver también el capítulo acerca de la seguridad)



Se encuentran disponibles máquinas dobladoras portátiles apropiadas para doblar tubos con diámetro exterior (DE) de hasta 54 mm; es posible transportar algunas de menor tamaño, de hasta 22 mm, en un juego de herramientas. Para tubos de más de 54 mm, la única opción satisfactoria son las dobladoras eléctricas fijas. Todas las máquinas dobladoras funcionan según el principio de que las tuberías se doblan entre los formadores y las guías posteriores (que soportan el DE de las tuberías), con lo cual se evita el riesgo de derrumbes de las paredes de tubos.

▶ ▶ ▶ Pasos del proceso de doblamiento



Figura 1: Tubo de cobre tratado en forma inapropiada

Sólo se permite la utilización de tubos de cobre sellados, limpios en el interior y secos.

En este ejemplo incorrecto se muestra un tubo de cobre tratado y almacenado en forma incorrecta.

Tubo deformado

No se encuentra instalado un tapón de selladura que brinde protección interna.



Figura 2: Sujeción del tubo

Posicionamiento

El diámetro de la herramienta dobladora debe coincidir con el diámetro del tubo de cobre.

Con las manijas a 180° y la abrazadera de sujeción de tubos apartada, insertar el tubo en la ranura de la rueda de formación.

HT
Página 11
Figura 12



Figura 3: Posición de sujeción del tubo

Posición de inicio de doblamiento

Ubicar la abrazadera de sujeción de tubos sobre el tubo y llevar la manija hasta una posición aproximada al ángulo recto; esto accionará la zapata de formación sobre el tubo.

La marca de cero de la rueda de formación debe alinearse con el borde delantero de la zapata de formación.

HT
Página 11
Figura 12

		Referencias
 <p>Figura 4: Doblamiento del tubo</p>	<p>Doblamiento del tubo</p> <p>Realizar el doblamiento acercando las manijas con un movimiento suave y continuo.</p> <p>Los puntos de calibración de la rueda de formación indicarán el ángulo de doblamiento deseado.</p>	<p>HT Página 11 Figura 12</p>
 <p>Figura 5: Extracción del tubo doblado</p>	<p>Extracción de la herramienta</p> <p>Retirar el tubo doblado girando la manija hasta formar un ángulo recto respecto del tubo; esto desencajará la zapata de formación.</p> <p>Luego soltar la abrazadera de sujeción.</p>	<p>HT Página 11 Figura 12</p>
 <p>Figura 6: Proceso de doblamiento</p>	<p>Ejemplo de herramienta y doblamiento de tubo de cobre</p>	<p>HT Página 11 Figuras 12 (1)</p>

Referencias



Ejemplo de herramienta y doblamiento de tubo de cobre

HT
Página 11
Figuras
12 (3)

Figura 7: Ejemplo de tubo de cobre doblado



Ejemplo de herramienta y doblamiento de tubo de cobre

HT
Página 11
Figuras
12 (2)

Figura 8: Herramienta dobladora de tubos de cobre

La tubería debe estar diseñada para no permitir más que un número mínimo de doblamientos y accesorios. Es muy importante minimizar las disminuciones de presión de la línea de succión. Por ello se debe planificar la distribución de la tubería en función del tendido óptimo para la línea de succión.

Si un tubo de cobre blando se dobla manualmente y se deforma por accidente, recortar y descartar la sección deformada y realizar un nuevo intento. Será mucho más sencillo corregir el problema en este momento que luego de la puesta en funcionamiento del sistema. No hay razones para permitir que una disminución de presión innecesaria afecte un sistema durante toda su vida útil de funcionamiento.

Capítulo 7: Soldadura fuerte, el proceso

Prólogo

La soldadura fuerte y la convencional son las técnicas de unión de tubos de cobre y accesorios más comunes.

Desde la introducción de tecnologías modernas y mejores prácticas, y desde el desarrollo de normas para el sector de la refrigeración y del aire acondicionado, el único estándar técnico en el campo es la SOLDADURA FUERTE.

Las uniones de soldadura fuerte correctamente realizadas son resistentes y duraderas, y permanecen ajustadas. La soldadura fuerte es necesaria para obtener uniones resistentes a las vibraciones, a la temperatura y al esfuerzo de ciclado térmico.

La teoría y las técnicas básicas de soldadura convencional y fuerte son las mismas para todos los diámetros de tubos de cobre. Las únicas variables son el metal de relleno y el tiempo y calor requeridos para completar una unión.

La soldadura convencional es el proceso de unión que tiene lugar debajo de los 450 °C (840 °F), y la soldadura fuerte se produce más allá de estos valores, aunque debajo del punto de fusión de los metales base. La mayoría de las soldaduras fuertes se realizan a temperaturas que van de los 600 a los 815 °C (1.100 a 1.500 °F).

Las soldaduras fuertes realizadas con metales de relleno a base de cobre-fósforo (CP) son el método preferido para realizar uniones inseparables. No se requiere fundente, ya que el fósforo vaporizado elimina las películas de óxido de cobre. El fundente utilizado para soldaduras fuertes también puede contaminar el ambiente interno de la tubería; se debe eliminar antes del proceso de soldadura fuerte. **La introducción de nitrógeno como gas de protección (caudal muy bajo dentro del conjunto de tubos durante el proceso de soldadura fuerte) se emplea comúnmente para evitar la oxidación.**

Purga de tuberías de refrigerante durante soldaduras fuertes con nitrógeno.

Cuando se aplica calor al cobre en presencia de aire (oxígeno), se forma óxido en las superficies del tubo. Esto es muy pernicioso para la durabilidad del sistema de refrigeración en general, aunque afecta principalmente al sistema de lubricación del compresor. Las cascariillas de óxido del interior de las tuberías de refrigerante pueden ocasionar problemas una vez que éste y el lubricante circulan en el sistema. Los refrigerantes tienen un efecto abrasivo que desprende las cascariillas de la tubería, permitiendo que éstas circulen por el sistema y formen lodos.

La formación de óxidos durante la soldadura fuerte se puede evitar con facilidad: esto se logra haciendo circular nitrógeno lentamente por la tubería mientras se aplica calor.

Las técnicas de soldadura fuerte mencionadas previamente están aprobadas y aceptadas como procedimientos estándares en el sector de la refrigeración y del aire acondicionado.

Pasos básicos para aplicar soldadura fuerte a tubos de cobre y accesorios y unirlos:

1. Medición y corte
2. Escariado
3. Limpieza
4. Montaje y soporte
5. Introducción de nitrógeno
6. Calentamiento
7. Aplicación del metal de relleno
8. Enfriamiento y limpieza



Seguir siempre las normas de seguridad específicas.
(Ver también el capítulo acerca de la seguridad)



▶ ▶ ▶ Pasos del proceso de soldadura fuerte

Referencias

**Corte del tubo**

Utilizar un cortador de rueda en lugar de una sierra para metales para evitar el ingreso de virutas en el tubo.

HT
Página 5
Figura 1

Figura 1: Corte del tubo

**Eliminación de rebabas internas**

Se puede utilizar un extractor de rebabas, un escariador o una escofina redonda para eliminar las rebabas internas.

HT
Página 6
Figura 3

Figura 2: Eliminación de rebabas



Evitar el ingreso de virutas en el tubo y en el arreglo de accesorios.

Figura 3: Procesamiento adicional con escofina

Referencias



Limpeza de superficies

Para la limpieza de superficies, utilizar una almohadilla abrasiva plástica. Evitar que las partículas o virutas desprendidas ingresen en el tubo.

Figura 4: Limpieza de las superficies

HT
Página 6
Figura 4

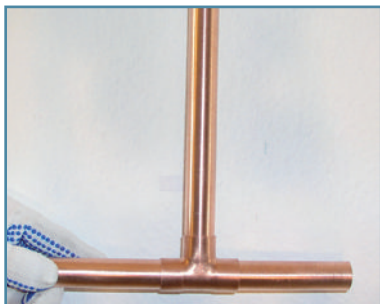


Limpeza de accesorios

Para limpiar el interior de los accesorios, utilizar un cepillo de tamaño adecuado.

Figura 5: Limpieza de accesorios con cepillos

HT
Página 6
Figura 4
(2)



Montaje

Unir tubos y conectores o tubos expandidos y asegurarse de mantener la profundidad de unión adecuada.

Figura 6: Montaje de tubos y accesorios

		Referencias
<p>Purga de tubos</p> <p>Purgar los residuos de los tubos antes de la soldadura fuerte. Utilizar nitrógeno seco para la purga.</p>		<p>HT Página 15 Figura 19</p>
 <p>Manguera de transferencia de nitrógeno</p> <p>Figura 7: Aplicación de flujo de nitrógeno</p>	<p>Aplicación de flujo de nitrógeno</p> <p>Evitar la formación de óxido en la superficie interna de los tubos.</p> <p>Una vez que el refrigerante circule por el sistema, las cascarillas de óxido del interior de los tubos pueden ocasionar serios problemas.</p> <p>Hacer circular nitrógeno lentamente por la tubería, el extremo posterior de ésta que quedará abierto a la atmósfera, sin acumular presión.</p> <p>El caudal debe ser de aproximadamente 1-2 litros por minuto. El caudal se puede sentir con sensibilidad y facilidad en la parte posterior de la mano húmeda.</p>	<p>HT Página 15 Figura 19</p>
 <p>Ajuste de la antorcha (llama)</p> <p>Ajustar la antorcha de modo que la llama se reduzca levemente.</p> <p>Llama azul</p> <p>“Pluma” verde</p> <p>Encender la antorcha únicamente como encendedores seguros.</p> <p>Figura 8: Ajuste de la antorcha</p>		<p>HT Página 13 Figura 15 Página 14 Figura 16</p>

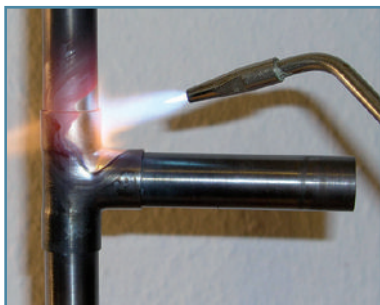


Figura 9: Aplicación de calor

Aplicación de calor

Aplicar calor uniformemente al tubo y al accesorio moviendo alrededor de éstos la antorcha para garantizar un calentamiento parejo antes de añadir el material de relleno (varilla).

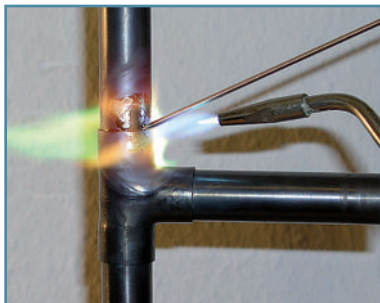


Figura 10: Aplicación del relleno

Aplicación del relleno

A medida que el área calentada adquiera un color rojo (**rojo cereza, no brillante**), aplicar el material de relleno (varilla) raspando levemente el saliente del accesorio con la punta de la varilla. Se debe tener cuidado de no sobrecalentar el tubo.

HT
Página 15
Figura 18



Figura 11: Vista detallada del relleno

Terminación de la unión

Para que la unión quede completada, es necesario que la acumulación de soldadura sea pareja y apenas visible alrededor del saliente del accesorio.

Relleno (varilla)

Referencias



Eliminación del calor

Eliminar el calor hasta que la aleación fundida de la soldadura fuerte se solidifique y adquiera un color negro tostado (aprox. 10-15 segundos).

Figura 12: Eliminación del calor

Terminación de la soldadura fuerte

Normalmente, una vez que se completa una soldadura fuerte, las uniones se dejan enfriar.

Detener el flujo de nitrógeno.

No obstante, si es necesario, la unión se puede enfriar con un trapo húmedo.

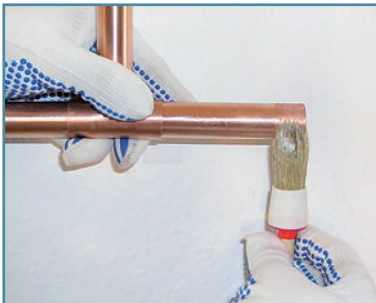


Figura 13: Aplicación del fundente

Soldadura fuerte de latón y tubos de cobre

Para esta combinación de materiales es necesario utilizar, por ej., un fundente soluble en agua. Aplicar una pequeña cantidad de fundente en el extremo del tubo y en la superficie interna del accesorio. Evitar el derrame de fundente dentro del tubo y del accesorio, ya que es necesario eliminar los residuos al finalizar el trabajo.



Figura 14: Adaptador de latón

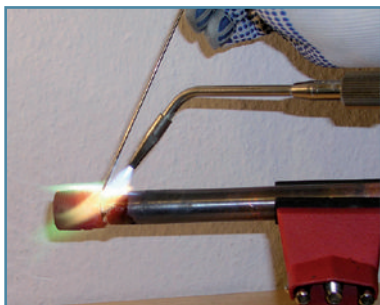


Figura 15: Soldadura fuerte de adaptador de latón

El procedimiento para estas uniones es básicamente idéntico al utilizado para la soldadura fuerte de cobre con cobre, con la única diferencia de que inicialmente se debe concentrar más calor en el accesorio para alcanzar la temperatura necesaria.

Tener cuidado de no sobrecalentar el accesorio. Bastará con un color rojo apagado.

Utilizar varillas de soldadura fuerte con mayor contenido de plata (Ag).

HT
Página 15
Figura 18

Mejoramiento de la habilidad de desempeño

Cortar una sección de una unión de accesorio capilar para realizar una inspección de penetración de soldadura.



Figura 16: Ejemplo/vista en corte de una unión en T de cobre realizada con soldadura fuerte



Figura 17: Ejemplos de soldadura fuerte con protección de nitrógeno

Capítulo 8: Abocinamiento, el proceso

Prólogo

Debido a su excepcional conformabilidad, el cobre se puede formar a voluntad en el sitio de trabajo.

El abocinamiento es un método mecánico de unión de tuberías.

Aunque generalmente las uniones de tubos de cobre se realizan mediante soldadura convencional o fuerte, a veces es posible que se necesite o se prefiera la técnica mecánica. Los accesorios abocinados representan una alternativa cuando la aplicación de llamas no es deseable ni práctica.

El número de uniones abocinadas (y conexiones roscadas) debe ser el menor posible. Para la prevención de fugas se requiere, en la medida de lo posible, el diseño de un "sistema sellado". Verificar la disponibilidad de componentes de soldadura fuerte y utilizarlos siempre que sea posible.

En particular, no se deben utilizar uniones abocinadas para conectar válvulas de expansión.



Seguir siempre las normas de seguridad específicas.
(Ver también el capítulo acerca de la seguridad)



▶ ▶ ▶ Pasos del proceso de abocinamiento

Referencias



Figura 1: Corte del tubo

Corte del tubo

Utilizar un cortador de rueda en lugar de una sierra para metales para evitar el ingreso de virutas en el tubo.

HT:
Página 5
Figura 1



Figura 2: Eliminación de rebabas

Eliminación de rebabas internas

Se puede utilizar un extractor de rebabas o un escariador para eliminar las rebabas internas.

HT:
Página 6
Figura 3

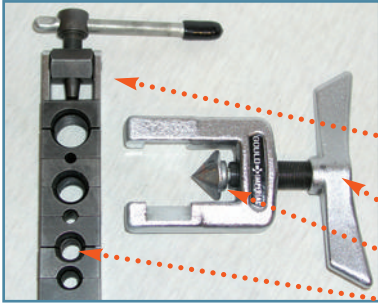


Figura 3: Limpieza de la superficie

Limpieza de superficies

La suciedad, los desechos y las sustancias extrañas del extremo del tubo se deben eliminar mediante limpieza mecánica.

HT:
Página 6
Figura 4
(1)



Herramienta de abocinamiento (ejemplo)

La herramienta de abocinamiento consiste de lo siguiente:

- Barra de abocinamiento (herramienta de sujeción)
- Herramienta de fijación
- Cono de abocinamiento
- Orificios de sujeción de diferentes diámetros

Figura 4: Herramientas de abocinamiento

HT
Página 11
Figura 11



Preparación de la herramienta de abocinamiento con el tubo y la tuerca abocinada

Posicionar la tuerca abocinada sobre el extremo del tubo con las roscas cerca del extremo que se abocinará. Insertar el tubo entre las barras de abocinamiento de la herramienta. La abertura de las barras de abocinamiento debe coincidir con el diámetro del tubo que se abocina.

Figura 5: Preparación de abocinamiento

HT
Página 11
Figura 11



Fabricación del abocinamiento

Alinear el cono de compresión del extremo de la tubería y ajustar el tornillo. A medida que se gire la manija, el cono abocinará el extremo de la tubería.

Figura 6: Fabricación de un abocinamiento

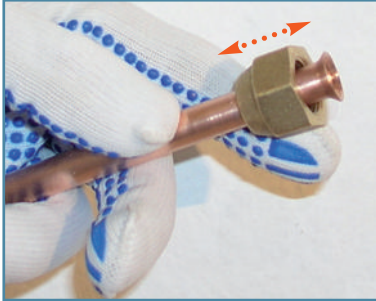


Figura 7: Inspección del abocinamiento

Inspección del trabajo

Inspeccionar el trabajo luego de retirar el tubo de la herramienta de abocinamiento.

Si el extremo del tubo tiene grietas, recortar la sección abocinada y repetir el proceso.

Es fundamental controlar el apriete y el posicionamiento de:

- la unión macho abocinada
- la tuerca hembra abocinada
- el tubo de cobre abocinado

Se requiere un accesorio limpio y de calce apretado.

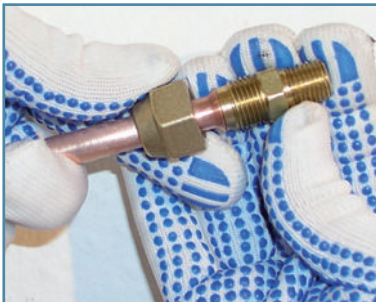


Figura 8: Posicionamiento de una conexión abocinada

Montaje

Posicionar la unión abocinada contra el extremo abocinado de la tubería y deslizar la tuerca hacia abajo. Si el trabajo se ha realizado correctamente, el ajuste manual del accesorio debe ser sencillo. No se requiere compuesto para unión o selladura de tubos (por ej., aceite) adicional.



Figura 9: Ajuste de una conexión abocinada

Ajuste

Es el momento de ajustar la unión posicionando una llave en la unión y una en la tuerca.

No "ajustar en exceso" una unión abocinada.

Una vez que las piezas se encajen a mano, dar media vuelta de ajuste a cada tuerca/llave para obtener una unión a prueba de escapes de gas.

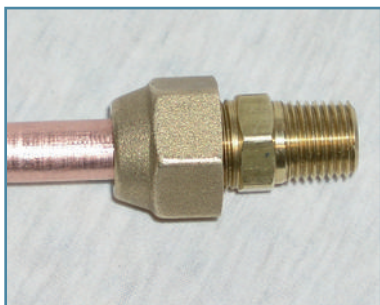


Figura 10: Tubo de cobre con abocinamiento, tuerca abocinada y adaptador

Resultado final

Capítulo 9: Refrigeración doméstica

Prólogo

Los refrigeradores domésticos se encuentran entre los artefactos eléctricos más comunes del mundo, y están presentes, por ejemplo, en el 99,5% de los hogares europeos y americanos. Pueden constar de un único compartimiento de enfriamiento (refrigerador sin congelador) o de un único compartimiento de congelación (congelador), o bien de ambos.

Actualmente, algunos refrigeradores se dividen en cuatro sectores para el almacenamiento de diferentes tipos de alimentos:

- $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $0\text{ }^{\circ}\text{F}$ (congelador)
- $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $32\text{ }^{\circ}\text{F}$ (carnes)
- $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $40\text{ }^{\circ}\text{F}$ (refrigerador)
- $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $50\text{ }^{\circ}\text{F}$ (vegetales), para almacenar diferentes tipos de alimentos.

El siguiente capítulo es acerca del mantenimiento y la reparación de sistemas de refrigeración domésticos.

▶ ▶ ▶ Primeros pasos



Figura 1: Vista de un circuito de refrigerante

Antes de abrir un circuito de refrigerante hermético, es fundamental obtener primero impresiones visuales, sensibles y sonoras que puedan conducir directamente a la identificación de fallas.

La primera evaluación del circuito del sistema involucra lo siguiente:

- (1) Transferencia de calor del condensador
- (2) Temperatura del filtro secador
- (3) Nivel de ruido del compresor
- (4) Emisión de calor del compresor
- (5) Escarcha en el evaporador
- (6) Capacidad del compresor

- Cuando existe escasez de refrigerante (fuga), la entrada de refrigerante del condensador permanece tibia y la salida fría
- Cuando existe hielo sobre el condensador, la transferencia de calor es muy baja
- Cuando la capacidad del condensador disminuye, la transferencia de calor es muy baja

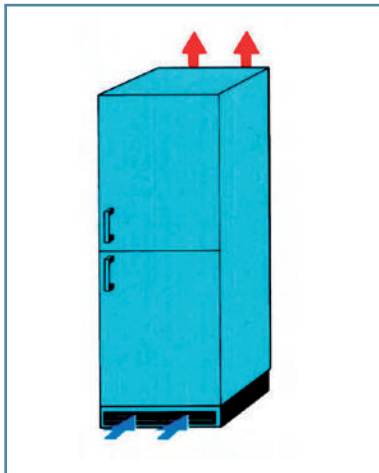


Figura 2: Circulación de aire del congelador

Ubicación de un refrigerador/ congelador

Es muy importante que el refrigerador/ congelador se ubique con suficiente espacio alrededor para la transferencia de calor (circulación de aire).

Controlar que el condensador esté libre de polvo o suciedad, y que ningún elemento obstruya el área de ventilación.

Se debe evitar la ubicación de refrigeradores/ congeladores cerca de otras fuentes de calor.

Es necesario limpiar el condensador con frecuencia.



Figura 3: Medición de la temperatura del congelador

Utilizar un termómetro común y un vaso de agua para mediciones de temperatura interna.

El evaporador no debe tener hielo encima. Esto impedirá la absorción del calor en el área refrigerada.

Controlar que se forme suficiente hielo (escarcha).



Figura 3a: Pared de un refrigerador (área del evaporador) con escarcha

La junta de la puerta del refrigerador/ congelador debe permanecer perfectamente a tope con el cuerpo.

Utilizar un secador de pelo para trabajar en puntos donde esto no suceda.

IM
Página 47
Figuras
11 (4)

Referencias

IM
Página 47
Figura 11



Figura 4: Posicionamiento del sensor

Conectar el sensor del termómetro electrónico a la abrazadera de sujeción del sensor del termostato para medir las temperaturas de activación y desactivación.

Verificar que los interruptores de iluminación la desactiven cuando se cierre la puerta.



Figura 5: Rango de ajuste de temperatura

Ajustar el termostato de modo que supere levemente la posición intermedia del rango de ajuste de temperatura.

Por ej.: Posición 4 de un rango de 7
Posición 2,5 de un rango de 4

¿Se activa el corte del termostato?
Comparar las temperaturas de cierre/apertura con la información técnica del fabricante del termostato.

▶ ▶ ▶ Apertura de un circuito de refrigerante

Si se espera que un sistema de refrigeración funcione en forma correcta y tenga una vida útil razonable, es fundamental mantener las impurezas de éste, como la humedad, los gases extraños, la suciedad, etc., reducidas al mínimo.

Es necesario tener en cuenta esto cuando se deban realizar reparaciones y se deban tomar las precauciones necesarias. Antes de iniciar las reparaciones, en especial aquéllas que demanden la apertura de un circuito de refrigerante, asegurarse de que las demás fallas posibles se hayan eliminado, y de que se haya realizado un diagnóstico preciso del problema.

Si la primera evaluación y las primeras medidas indican que es necesario abrir el sistema hermético, se debe proceder de la siguiente manera:

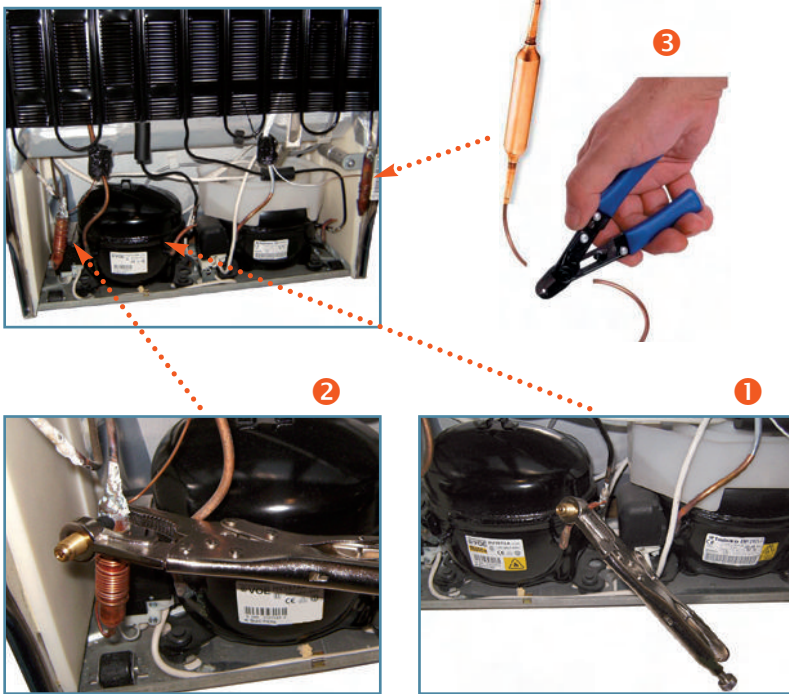


Figura 6: Pasos que se deben seguir al abrir un circuito de refrigerante

Referencias HT, página 5, figura 2, MCR, página 24, figura 9



Figura 7: Colocación de una pinza pinche en un tubo de proceso

Para conectar un indicador y obtener lecturas de presión / temperatura, colocar la pinza pinche conectada con la manguera de refrigerante en el tubo de proceso (tubo de carga) del compresor. Continuar con el análisis del circuito del sistema con el compresor en funcionamiento.

Referencias

MCR:
Página 24
Figura 9

Referencias

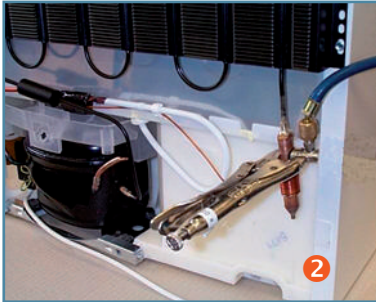


Figura 8: Colocación de una pinza pinche en el filtro secador

Para la recuperación del gas refrigerante, colocar una pinza pinche adicional directamente sobre la superficie del filtro secador (lado de alta presión). Esto permite la recuperación del gas desde los lados de alta y baja presión del sistema. A su vez, si existe una obstrucción mecánica en el tubo capilar, el refrigerante permanecerá en el lado de alta presión del sistema. Para obtener una explicación más detallada del proceso de recuperación de gas, consultar también el capítulo "Recuperación, reciclaje y contención de refrigerante en el campo".

MCR
Página 24
Figura 9



Figura 9: Corte del tubo capilar

Luego de vaciar por completo el circuito de refrigerante, cortar el tubo capilar a la salida del filtro secador (a aproximadamente 3 cm de éste).

Evitar la formación de rebabas y deformaciones en el tubo capilar.

HT
Página 5
Figura 2

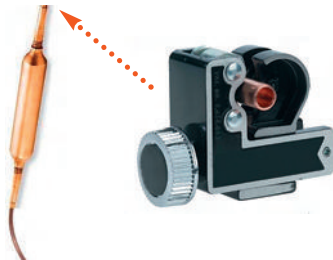
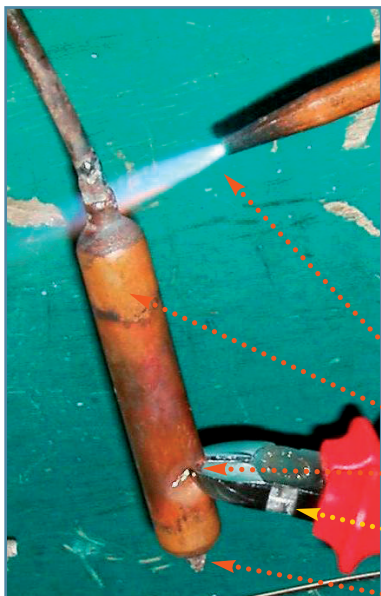


Figura 10: Corte del filtro secador

Cortar el filtro secador con un cortador de tubos si se cuenta con suficiente tubo (acero) de condensador. Esto permite eliminar la humedad y los residuos adheridos junto con el filtro secador.

HT
Página 5
Figura 1

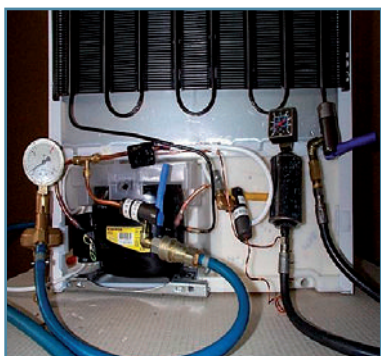


Si no se cuenta con un tubo suficientemente largo, proceder como se indica a continuación:

Por motivos de seguridad, dañar el filtro secador cerca de la salida con un cortador lateral de cable. Desoldar el filtro secador y limpiar bien el tubo de acero de la salida del condensador con un cepillo de alambre.

- Antorcha de soldadura fuerte
- Filtro secador
- Sección destruida del filtro
- Cortador lateral de cable
- El tubo capilar se cortó aquí en la figura (9)

Figura 11: Destrucción de un filtro secador



Si se presume que la capacidad de un compresor hermético es reducida, realizar una prueba de capacidad.

Figura 12: Prueba de capacidad

IM
Página 51
Figura 18



Figura 13: Conexión de nitrógeno al tubo de proceso

A continuación, se conecta nitrógeno seco (N_2) a la válvula del tubo de proceso.

El regulador de presión del cilindro de suministro de nitrógeno tiene un ajuste máximo de 10 bar. El flujo de nitrógeno ingresa en el sistema y circula por el tubo de proceso, el compresor, el evaporador con el tubo capilar conectado y el condensador.

Referencias

MCR
Página 24
Figura 9

Purga del sistema con nitrógeno (N_2)

El nitrógeno se descargará en el extremo abierto del condensador (previamente conectado a la entrada del filtro secador) y en el extremo abierto del tubo capilar. Sostener un trapo en ambos extremos, ya que el lubricante restante del compresor puede salir junto con el nitrógeno. El nitrógeno purga el sistema y elimina la humedad, etc. El proceso de soplar también permite localizar obstrucciones en la tubería.

Planificar el trabajo de reparación a fin de que el sistema de refrigeración no permanezca abierto durante más de 10–15 minutos.

Montar los equipos especiales necesarios para las reparaciones.
Montar las piezas de repuesto necesarias.

► ► ► Montaje del sistema; Creación de un sistema hermético

Durante el montaje de la sección refrigerada, no se deben utilizar válvulas de servicio (válvulas Schrader) debido al alto riesgo de pérdidas. Los artefactos domésticos requieren una carga de refrigerante sensible y precisa, y las cantidades de carga correctas son muy bajas en comparación con aquéllas de los sistemas de aire acondicionado comerciales. En el caso de los artefactos eléctricos, una pérdida de unos pocos gramos por año reducirá la eficiencia del refrigerador/congelador, lo cual aumentará el consumo de electricidad.

Evitar fugas intencionales y lograr un sistema hermético (circuito de refrigerante) sin puertos de servicio de conexión roscada.

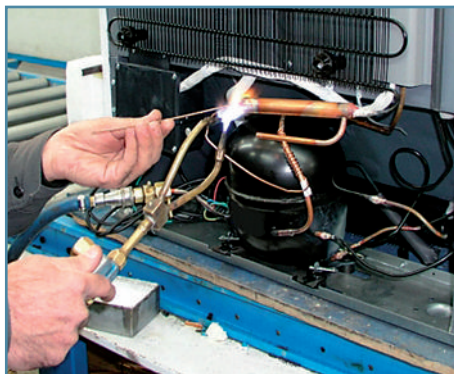


Figura 14: Soldadura fuerte del filtro secador

Al realizar la soldadura fuerte del filtro secador y el tubo capilar, observar que el último, por su delgadez, no puede soportar altas temperaturas debido al riesgo de fusión; por ello la antorcha se debe alejar del filtro.

Instalar, preferentemente, un filtro secador con tubo de proceso adicional (lado de alta presión) si se encuentra disponible.

Utilizar varillas de soldadura fuerte de cobre con contenido de plata del 1,5-4% y fósforo para conexiones de cobre con cobre.

Utilizar varillas de soldadura fuerte de plata revestidas con fundente o pasta fundente por separado para conexiones de cobre con acero.

Limpiar **bien** todas las uniones de soldadura fuerte con un cepillo de alambre y verificar el estado (aspecto) de éstas con un espejo de inspección.

Referencias

HT
Página 15
Figura 18

HT
Página 7
Figura 5

Referencias

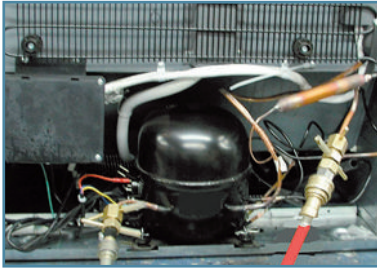


Figura 15: Conexión del acoplador rápido y circuito de refrigerante

A continuación, conectar el acoplador rápido al circuito de refrigerante preparado desde el lado de baja y alta presión utilizando el acoplador rápido de servicio.

HT
Página 9
Figura 8



Figura 16: Estación de evacuación y carga

Conectar la estación de evacuación y carga al acoplador rápido previamente conectado.

1. Lado de baja presión
2. Lado de alta presión

Conectar el cilindro de nitrógeno a la estación de carga.

Presurizar el sistema con nitrógeno seco, transfiriendo el gas desde el lado de alta y baja presión, hasta un valor de presión de sistema de 10 bar como máximo.

RRRE
Página 38
Figura 8



Figura 17: Cilindro de nitrógeno con regulador de presión

HT
Página 15
Figura 19

Capítulo 10: HC para refrigeración doméstica

Prólogo

Los hidrocarburos (HC) se utilizan ampliamente en los artefactos de refrigeración modernos (sistemas domésticos operativos y comerciales pequeños de tubos capilares). En el futuro cercano, los CFC (particularmente aquéllos utilizados para tareas de servicio) serán inaccesibles. En los nuevos procesos de producción de artefactos domésticos, el CFC-R12 se ha reemplazado ampliamente por el HFC-R134a y el HC-R600a. Los HC cobrarán mayor importancia en el futuro, ya que la mayoría de los gases fluorados contribuyen considerablemente al calentamiento global.

Los refrigerantes a base de HC son inflamables si se mezclan con aire y se encienden, y por ello sólo se deben utilizar en artefactos que cumplan con requisitos de seguridad reglamentados.

Para realizar el servicio y la reparación de sistemas que funcionan con HC, el personal de servicio debe contar con la capacitación adecuada para manipular refrigerantes inflamables. Esto implica el conocimiento de las herramientas, los componentes y refrigerantes del circuito de refrigeración, y las normas y precauciones de seguridad correspondientes al realizar servicios y reparaciones.

El refrigerante se debe almacenar y transportar en recipientes aprobados. Siempre que sea posible, en cilindros de aluminio de 450 g (en dos recipientes como máximo para el transporte en un vehículo de servicio). En general, los compresores reemplazados que contengan residuos de refrigerante (no sólo aquéllos que contengan HC) se deben sellar antes del transporte.

Regulador de presión

Cilindro de carga de HC-R600a

Báscula de carga electrónica

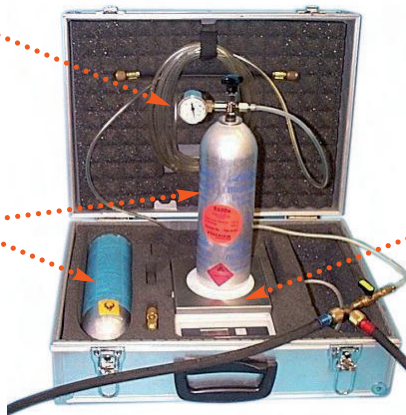


Figura 1: Juego de carga de refrigerante a base de HC

Aviso importante:

Por motivos de seguridad, no se debe exceder un límite práctico de 8 g/m³ de refrigerante a base de hidrocarburos en un espacio o ambiente cerrado.

Los HC son más pesados que el aire. La concentración (si el refrigerante queda expuesto) siempre será mayor al nivel del piso.

No liberar el refrigerante cerca de sótanos, canalizaciones, etc. El ambiente/área de trabajo siempre debe contar con suficiente ventilación.

Para evitar situaciones peligrosas, se debe evitar la aplicación de llamas. El mejor método posible de servicio y reparación de artefactos domésticos involucra la utilización, por ejemplo, de conexiones y uniones LOKRING.

El empleo de nitrógeno seco juega un papel importante en el servicio y la reparación del sistema:

- Purga del sistema refrigerado
- Prueba de fugas
- Eliminación de restricciones de secciones (suciedad o residuos)

Resumen:

El técnico de servicio tiene conocimiento de los peligros relacionados con los refrigerantes a base de HC inflamables.

- No deben existir riesgos de chispas cerca del área de trabajo.
- No fumar ni utilizar llamas u otras fuentes de calor.
De esto se desprende que las soldaduras fuertes no son una opción para el sistema.
- Los artefactos eléctricos que se utilicen durante el servicio no deben producir chispas.
- Proporcionar una buena ventilación en el área de trabajo.
- No permitir el ingreso de flujo de refrigerante en aberturas de sótanos, ambientes bajos, sistemas de alcantarillado, etc., ya que los HC son más pesados que el aire.
- Para la manipulación, el almacenamiento y el transporte de refrigerantes combustibles se deben seguir las reglas de seguridad que se aplican en varios países.

► ► ► Primeros pasos

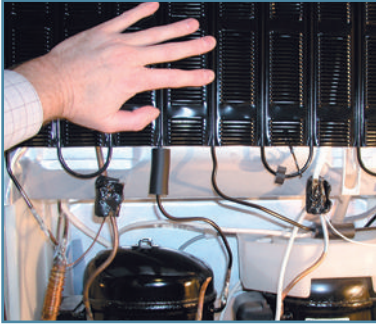


Figura 2: Vista de un circuito de refrigerante

Antes de abrir un circuito de refrigerante hermético, es fundamental obtener primero impresiones visuales, sensibles y sonoras que puedan conducir directamente a la identificación de fallas.

La primera evaluación del circuito del sistema involucra lo siguiente:

- (1) Transferencia de calor del condensador
- (2) Temperatura del filtro secador
- (3) Nivel de ruido del compresor
- (4) Emisión de calor del compresor
- (5) Escarcha en el evaporador
- (6) Capacidad del compresor

- Cuando existe escasez de refrigerante (fuga), la entrada de refrigerante del condensador permanece tibia y la salida fría
- Cuando existe hielo sobre el condensador, la transferencia de calor es muy baja
- Cuando la capacidad del condensador disminuye, la transferencia de calor es muy baja

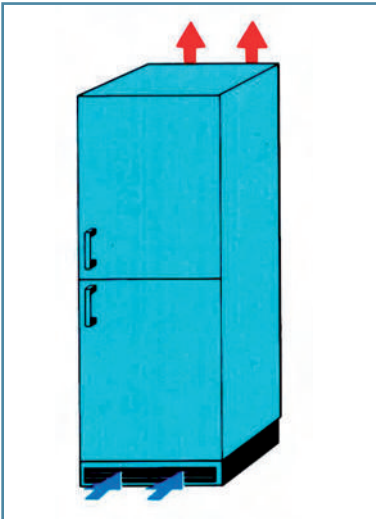


Figura 3: Circulación de aire del congelador

Ubicación de un refrigerador/congelador

Es muy importante que el refrigerador/congelador se ubique con suficiente espacio para la transferencia de calor (circulación de aire).

Controlar que el condensador esté libre de polvo o suciedad, y que ningún elemento obstruya el área de ventilación.

Se debe evitar la ubicación de refrigeradores/congeladores cerca de otras fuentes de calor.

Es necesario limpiar el condensador con frecuencia.

Referencias



Figura 4: Medición de temperatura del congelador

Utilizar un termómetro común y un vaso de agua (como se indica previamente) para mediciones de temperatura interna.

El evaporador no debe tener hielo encima. Esto reducirá la absorción del calor en el área refrigerada.

Controlar que se forme suficiente hielo (escarcha).

La junta de la puerta del refrigerador/congelador debe permanecer perfectamente a tope con el cuerpo. Utilizar un secador de pelo para trabajar en puntos donde esto no suceda.

IM
Página 47
Figuras
11 (4)



Figura 5: Posicionamiento del sensor

Conectar el sensor del termómetro electrónico a la abrazadera de sujeción del sensor del termostato para medir las temperaturas de activación y desactivación.

Verificar que los interruptores de iluminación la desactiven cuando se cierre la puerta.

IM
Página 47
Figura
11 (1-2)



Figura 6: Rango de ajuste de temperatura

Ajustar el termostato de modo que supere levemente la posición intermedia del rango de ajuste de temperatura.

Por ej.: Posición 4 de un rango de 7
Posición 2,5 de un rango de 4

¿Se activa el corte del termostato? Comparar las temperaturas de cierre/ apertura con la información técnica del fabricante del termostato.

▶ ▶ ▶ Apertura de un circuito de refrigerante

Si se espera que un sistema de refrigeración funcione en forma correcta y tenga una vida útil razonable, es fundamental mantener las impurezas de éste, como la humedad, los gases extraños, la suciedad, etc., reducidas al mínimo.

Es necesario tener en cuenta esto cuando se deban realizar reparaciones y se deban tomar las precauciones necesarias. Antes de iniciar las reparaciones, en especial aquéllas que demanden la apertura de un circuito de refrigerante, asegurarse de que las demás fallas posibles se hayan eliminado, y de que se haya realizado un diagnóstico preciso del problema.

Si la primera evaluación y las primeras medidas indican que es necesario abrir el sistema hermético, se debe proceder de la siguiente manera:



Figura 7: Colocación de una pinza pinche

Para conectar un indicador y obtener lecturas de presión/temperatura, colocar la pinza pinche conectada con la manguera de refrigerante en el tubo de proceso (tubo de carga) del compresor. Continuar con el análisis del circuito del sistema con el compresor en funcionamiento.

Referencias

MCR
Página 24
Figura 9

Referencias

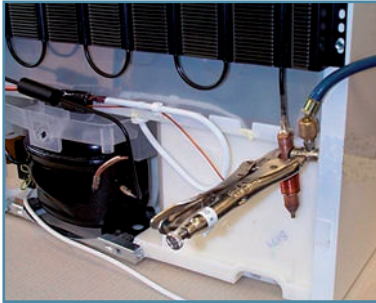


Figura 8: Colocación de una pinza pinche adicional

Para eliminar el gas refrigerante, colocar una pinza pinche adicional directamente sobre la superficie del filtro secador (lado de alta presión).

La manguera (línea de ventilación) se debe sacar hacia el exterior y exponer al "aire libre"; por ej., a través de la abertura de una ventana.

La línea de ventilación debe tener un diámetro interno de 10 mm o $\frac{3}{8}$ " como mínimo.

MCR
Página 24
Figura 9

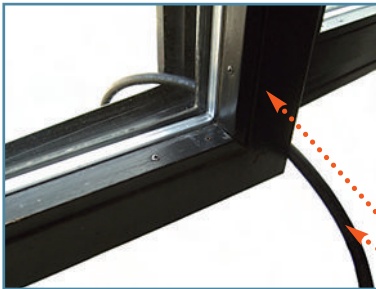


Figura 9: Ventana abierta a modo de línea de ventilación

El extremo de la manguera se hace pasar a través de, por ej., una ventana.

Esto funcionará como una "línea de ventilación" para la eliminación de refrigerantes inflamables hacia un área exterior segura.

- Abrir una ventana o puerta
- Línea de ventilación

MCR
Página 22
Figuras 5 (6)

Si el compresor no se debe reemplazar, el aceite se desgasificará en éste si se deja funcionar durante aproximadamente un minuto.

Nunca encender el compresor en condiciones de vacío; esto podría generar riesgos de daños en el motor.

Referencias



Como se indica a continuación, el sistema se puede “soplar” con nitrógeno.

MCR
Página 24
Figura 9



El nitrógeno purgará el sistema, barriendo los residuos de refrigerante y proporcionando ventilación hacia la atmósfera.

HT
Página 15
Figura 19

Figura 10: Purga con nitrógeno

Luego de la purga con nitrógeno, el regulador de presión del cilindro se debe cerrar y la línea de ventilación del filtro secador se debe desmontar.

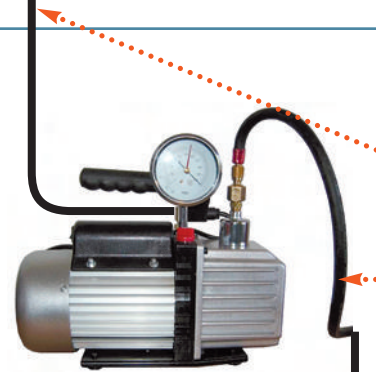
- Conectar la línea de ventilación a la salida de la bomba de vacío del puerto de escape.
- Conectar la manguera del puerto de succión de la bomba de vacío a la válvula del filtro secador.

Referencias



- Manguera de succión conectada a la pinza pinche en el filtro secador

MCR
Página 24
Figura 9



- Manguera de succión conectada al puerto de succión de la bomba de vacío
- Línea de ventilación del puerto de escape de la bomba de vacío

RRRE
Página 37
Figura 7



- Línea de ventilación con salida al área exterior

MCR
Página 22
Figuras 5 (6)

Figura 11: Recuperación de refrigerante a base de HC con una bomba de vacío y una línea de ventilación

El sistema de refrigeración se encuentra listo para la primera evacuación. Realizarla a una presión de aproximadamente 5 mbar.

La línea de ventilación debe tener un diámetro interno de 10 mm ($\frac{3}{8}$ ") como mínimo

No debe existir sobrepresión apreciable en el puerto de escape de la bomba de vacío, ya que esto podría dañarla.

Finalizar el primer proceso de evacuación desactivando la bomba de vacío.

▶ ▶ ▶ El proceso de soplado

Abrir la válvula del regulador de presión del tanque de nitrógeno y hacer que éste último purgue el arreglo completo de sistema de refrigeración, pinza pinche, bomba de vacío y línea de ventilación a menos de 1 bar (baja presión).

Regular la presión de funcionamiento con la válvula de reducción y equalizar la presión del sistema.

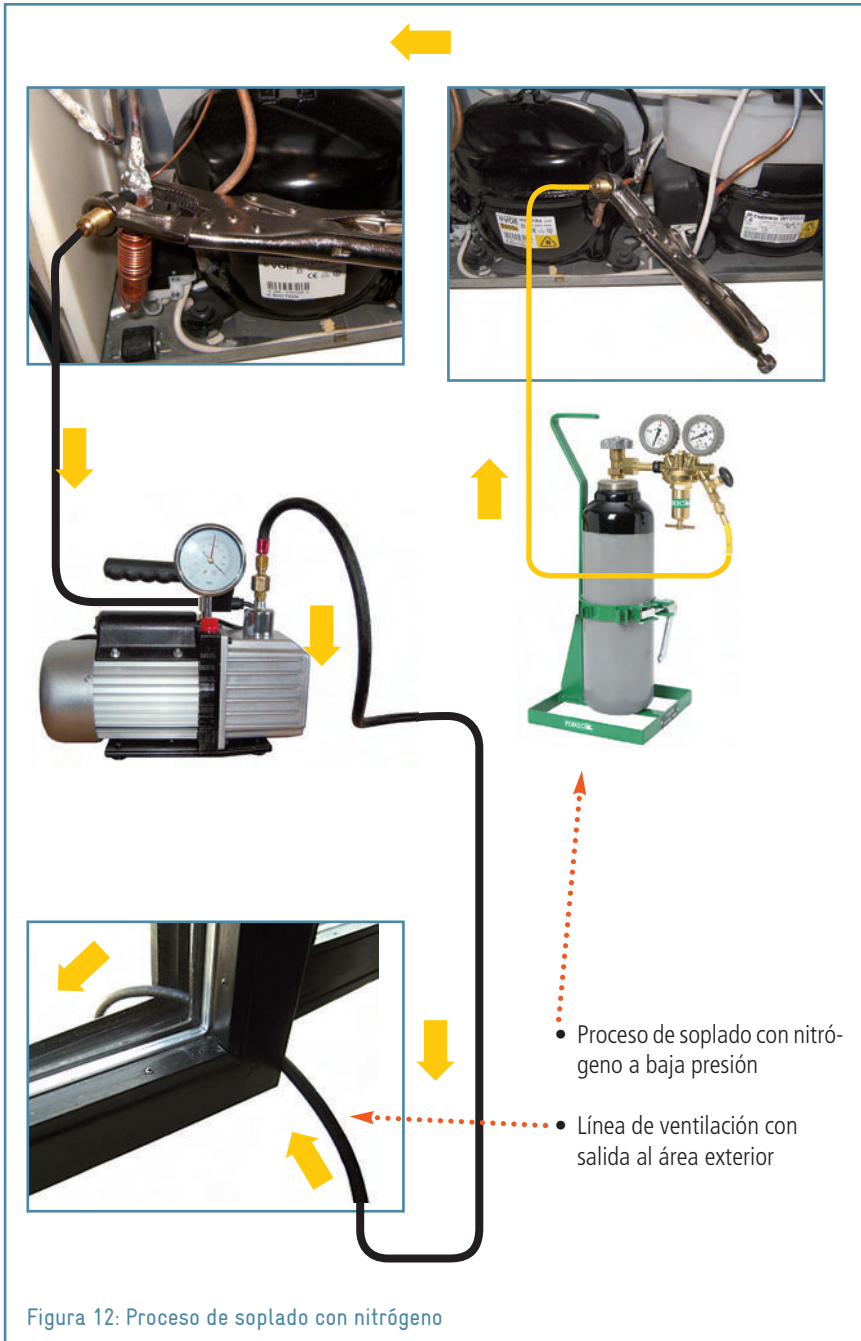


Figura 12: Proceso de soplado con nitrógeno

▶ ▶ ▶ Extracción del filtro secador/ Prueba de capacidad del compresor



Figura 13: Corte del tubo capilar

Luego de realizar el soplado de todo el circuito de refrigerante, desconectar la bomba de vacío y la línea de ventilación.

Cortar el tubo capilar a la salida del filtro secador (a aproximadamente 3 cm de éste).

Evitar la formación de rebabas y deformaciones en el tubo capilar.

HT
Página 5
Figura 2

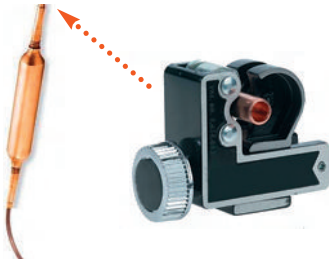


Figura 14: Corte del filtro secador

Cortar el filtro secador con un cortador de tubos si se cuenta con suficiente tubo (acero) de condensador.

Esto permite eliminar la humedad y los residuos adheridos junto con el filtro secador.

HT
Página 5
Figura 1

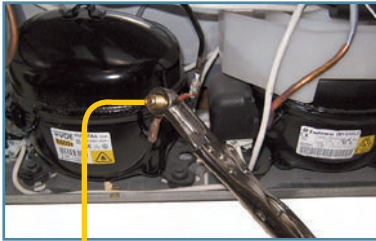


Figura 15: Ajuste para una prueba de capacidad

Si se presume que la capacidad de un compresor hermético es reducida, realizar una prueba de capacidad.

IM
Página 51
Figura 18

► ► ► Verificación del evaporador y el condensador



A continuación, se conecta nitrógeno seco (N_2) a la válvula del tubo de proceso.

El regulador de presión del cilindro de suministro de nitrógeno tiene un ajuste máximo de 10 bar.

El flujo de nitrógeno ingresa en el sistema y circula por el tubo de proceso, el compresor, el evaporador con el tubo capilar conectado y el condensador.

Referencias

MCR
Página 24
Figura 9

HT
Página 15
Figura 19

Figura 16: Ajuste del flujo de nitrógeno

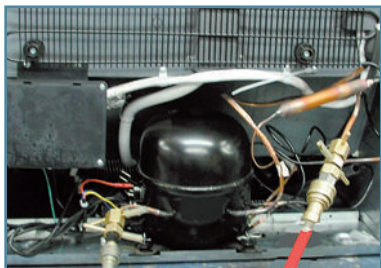
El nitrógeno se descargará en el extremo abierto del condensador (previamente conectado a la entrada del filtro secador) y en el extremo abierto del tubo capilar. Sustener un trapo en ambos extremos, ya que el lubricante restante del compresor puede salir junto con el nitrógeno. El proceso de soplado también permite localizar obstrucciones en la tubería.

Planificar el trabajo de reparación a fin de que el sistema de refrigeración y las piezas nuevas no permanezcan abiertos durante más de 10–15 minutos.

- Montar los equipos especiales necesarios para las reparaciones.
- Montar las piezas de repuesto necesarias.
- Montar un filtro de servicio que sea más grande que el utilizado originalmente y (si es posible) que cuente con una conexión de tubo de proceso adicional. El filtro secador debe permanecer herméticamente sellado hasta su montaje.

El sistema de refrigeración se prepara para el montaje a través de un sistema de unión de tubos con prensado de conexiones.

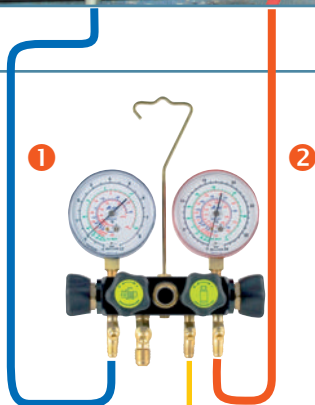
▶ ▶ ▶ Prueba de fugas



A continuación, conectar el acoplador rápido al circuito de refrigerante preparado en el lado de alta y baja presión utilizando el acoplador de servicio.

Referencias

HT
Página 9
Figura 8



Conectar un juego de manómetro múltiple de 4 válvulas al sistema.

- 1 Lado de baja presión
- 2 Lado de alta presión
- 3 Suministro de nitrógeno

MCR
Página 19
Figura 2



Conectar el cilindro de nitrógeno al puerto central del juego de manómetro múltiple.

Presurizar el sistema con nitrógeno seco, transfiriendo el gas desde el lado de alta y baja presión. hasta un valor de presión de sistema de 10 bar como máximo.

HT
Página 15
Figura 19

Figura 17: Sistema de conexión para pruebas de fugas



Figura 18: Burbuja que indica una fuga

Realizar una prueba de fugas...

1. Sosteniendo la presión con las válvulas cerradas y empleando un indicador para verificar la presión. En el caso de las fugas muy pequeñas, una prueba de presión puede demorar hasta 24 horas. Las disminuciones de presión indican fugas.

Y

2. Con agua jabonosa y un cepillo, añadiendo este líquido a todas las uniones mientras se verifica si se generan burbujas. Las burbujas indican fugas.

Referencias

IM
Página 43
Figura 5

Devolver todas las tuberías cuidadosamente a sus posiciones correctas (por ej., tubos salientes).

Si el sistema se identifica como libre de fugas, eliminar el nitrógeno hacia la atmósfera.

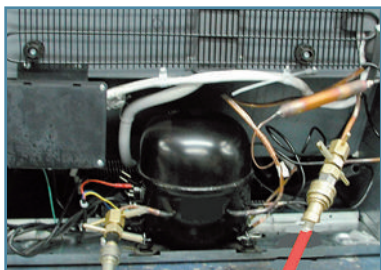
▶ ▶ ▶ Evacuación y carga del sistema

El sistema se encuentra listo para la evacuación y la carga finales. Para mantener los gases no condensables y la humedad del sistema reducidos al mínimo, es necesario evacuarlo a un valor de vacío lo más bajo posible antes de realizar la carga (0,5 mbar, 50 Pa, 375 micrones). El vacío obtenido se debe verificar con un indicador de vacío.

Regla general de tiempo de evacuación requerido:

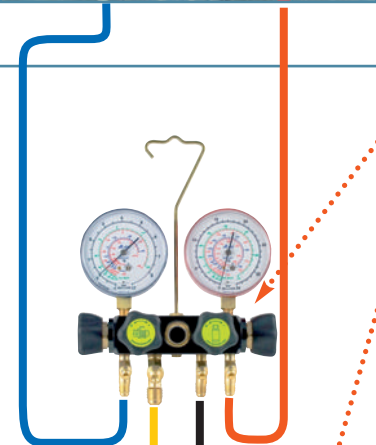
1. Para una evacuación de un lado, únicamente en el tubo de proceso del compresor, el tiempo mínimo requerido es de 30 minutos.
2. Para evacuaciones de los dos lados, en el tubo de proceso del compresor y del filtro secador, el tiempo mínimo requerido es de 15 minutos.

Verificar la estabilidad del vacío cerrando la válvula de la bomba de vacío. Si la aguja indicadora del indicador de vacío presenta una caída apreciable, es posible que existan pérdidas en el sistema o que las conexiones de mangueras de los equipos de servicio al refrigerador/congelador no se hayan colocado correctamente.



A continuación, conectar el acoplador rápido al circuito de refrigerante preparado en el lado de alta y baja presión utilizando el acoplador de servicio.

HT
Página 9
Figura 8



- Manómetro múltiple de 4 válvulas
- Bomba de vacío con indicador de vacío
- Cilindro de carga de refrigerante a base de HC sobre la báscula

MCR
Página 19
Figura 2

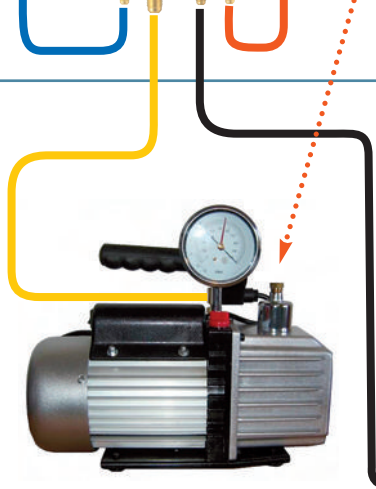


Figura 19: Evacuación y carga del sistema en dos lados

Cuando se haya obtenido un vacío estable, cerrar la válvula del indicador de vacío e iniciar la carga.

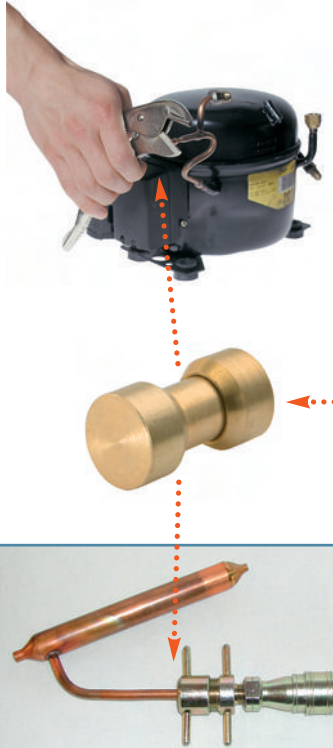
La cantidad de refrigerante que se debe agregar se especifica en gramos y onzas en la placa de especificaciones.

Proceso de carga:

1. Cargar $\frac{1}{3}$ del total de carga gaseosa del sistema refrigerado.
2. Activar el compresor.
3. Agregar la cantidad restante de la carga lentamente al sistema.
4. Observar el indicador y verificar las condiciones de funcionamiento del sistema.

Referencias

▶ ▶ ▶ Selladura del sistema



1. Estrangular el/los tubo/s de proceso con la pinza dos veces. Una estrangulación a 90° y otra a 45° respecto de la tubería de proceso.
2. Retirar la pieza de estrangulación.
3. Sellar los tubos de proceso utilizando un dispositivo obturador¹.

● Dispositivo obturador

Mismo proceso en el tubo de proceso del filtro secador (si se encuentra).

HT
Página 7
Figura 6

Figura 20: Equipo de prensado para sellar el sistema

¹Dispositivo obturador, por ej., fabricado por Lokring.



Figura 21: Prueba final de fugas con un detector electrónico de fugas²

IM
Página 42
Figura 2

Verificación del sistema y prueba final de fugas

Luego del proceso de carga, se debe verificar el ajuste y el funcionamiento de los dispositivos de control. El sistema se debe hacer funcionar hasta que se puedan observar suficientes condiciones del sistema.

Mientras tanto, se deben registrar los valores de temperatura y presión. Luego de la desconexión de los indicadores y las mangueras, se debe realizar una prueba final de fugas.

Utilizar una vez más agua jabonosa y/o un detector electrónico de fugas; se podrá comprobar la existencia de puntos de verificación comunes. A continuación se mencionan puntos de fugas muy comunes:

- Tuercas abocinadas
- Válvula de servicio: empaquetadura, accesorio de acceso, montaje
- Unión de soldadura fuerte en la tubería
- Doblamiento de extremo del evaporador putrefactos
- Tubos que se rozan
- Accesorios unidos con soldadura fuerte de material ferroso rajados

² Por ej., REFCO STARTEK

Capítulo 11: Prensado, el proceso

Prólogo

Como alternativa a las uniones de soldadura fuerte, en especial en sistemas de refrigeración domésticos, en sistemas que funcionen con hidrocarburos (refrigerantes combustibles como el R-600a y el R-290), y en sistemas de AA y AAP pequeños y medianos, las conexiones de tubos prensadas representan una solución segura y confiable.

La tecnología de conexión de tubos mediante prensado³ es un método comprobado que permite obtener conexiones de tubos de metal con metal herméticamente selladas.

Características de la tecnología de conexión de tubos mediante prensado:

- Selladura hermética permanente de metal con metal
- Conexión sin problemas de tubos de diferentes materiales
- No se requieren preparaciones especiales para los tubos
- Montaje sencillo y rápido

Área de presión y temperatura

Las conexiones mencionadas previamente están diseñadas para presiones de funcionamiento de 50 bar (según el material del tubo) con seguridad cuadruplicada, y para un rango de temperatura de -50 a $+150$ °C (-58 a 302 °F).

Adherencia de los materiales

Las conexiones de tubos se realizan con aluminio y latón.

Los conectores de latón, serie "00", para diámetros de tubo de $\frac{3}{8}$ " (9,53 mm) y mayores, y todos los tamaños de la serie "50", generalmente se suministran con conectores (adaptadores) de acero, con una galvanización de placa de cinc de color amarillo.

La adherencia de los conectores depende del material de los tubos que se conectarán y se muestra en la siguiente figura.

³ Conexiones de tubos fabricadas, por ej., por "Vulkan Lokring Rohrverbindungen GmbH"

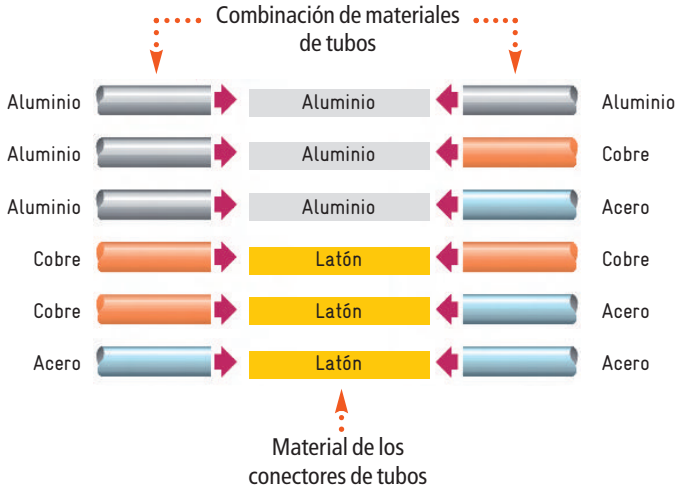
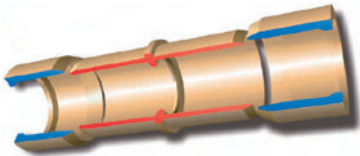
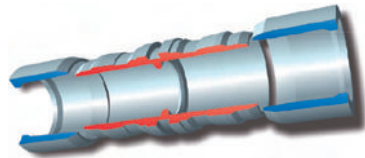


Figura 1: Combinaciones de materiales para conectores de tubos



Acoplamiento de conexión de tubos para montaje de dos lados (serie 00)



Acoplamiento de conexión de tubos para montaje de un lado (serie 50)

Figura 2: Acoplamientos de conexión de tubos

Ejemplo de acoplamiento de conexión de tubos

Un acoplamiento de conexión de tubos consiste en dos conexiones de tubos y una unión tubular para los extremos de los tubos.

Las conexiones de tubos se entregan previamente montadas en el accesorio, con el extremo más grande del diámetro interno cónico apretado contra el montaje externo de la unión.

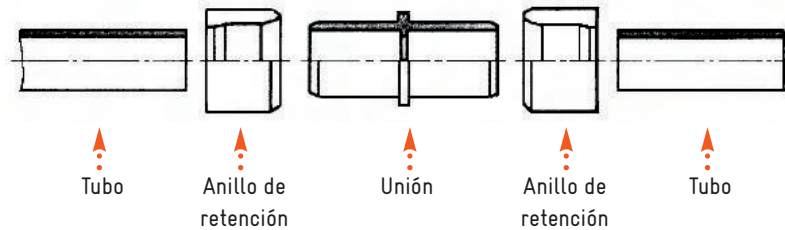


Figura 3: Acoplamiento de conexión de tubos

Durante el montaje, los tubos que se deben conectar se deben introducir en los extremos de los accesorios. Mediante una "herramienta de montaje manual", los anillos de retención se deslizan sobre el accesorio.

Debido al perfil interno especial de los conectores de tubos (por ej., Lokring), el diámetro de la conexión se reduce hasta que entra por completo en contacto con la superficie externa del tubo que se conectará y lo estrangula por apriete.

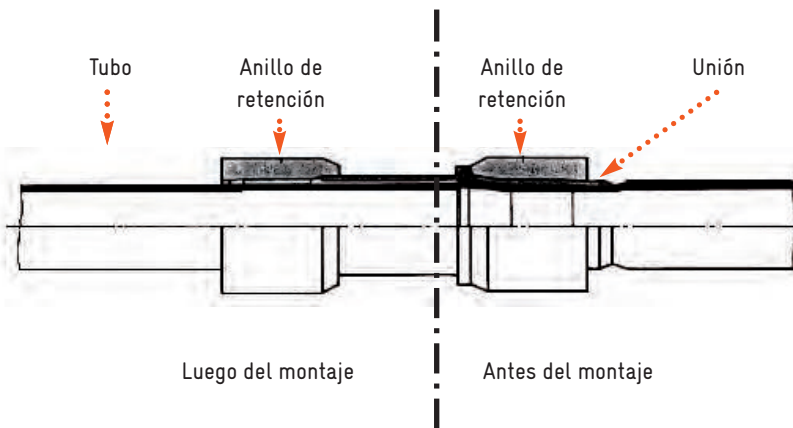


Figura 4: Acoplamiento de tubos

► ► ► Recomendaciones de seguridad

A pesar de la alta presión de metal/metal, no siempre es posible sellar porosidades y hendiduras longitudinales de superficie profundas que podrían tener un efecto negativo en el apriete de la conexión de tubos.

Para obtener seguridad adicional, es necesario humedecer las superficies de los extremos de los tubos con un líquido anaeróbico. Este líquido se asienta en las irregularidades de la superficie del tubo y se endurece. El tiempo de curado depende de varios factores. Luego del curado del líquido, la conexión se puede cargar con presión o vacío.



Agente anaeróbico Lokprep 65G

para llenado y selladura;
contiene éster metacrílico

Disponible en tamaño de 15 ó 50 ml

Figura 5: Líquido anaeróbico Lokprep



Figura 6: Herramienta de montaje manual



Figura 7: Caja de accesorios para refrigeración

▶ ▶ ▶ Ejemplos de conexiones



Conector Lokring (montaje de dos lados)
de latón para unir tubos
1,6 a 11 mm

Conectores de latón para los siguientes
materiales de tubos:
cobre/cobre; cobre/acero; acero/acero

Figura 8: Conector Lokring de latón



Conector Lokring (montaje de dos lados)
de aluminio para unir tubos
de 2 a 11 mm

Conectores de aluminio para los siguientes
materiales de tubos: aluminio/aluminio;
aluminio/cobre; aluminio/acero

Figura 9: Conector Lokring de aluminio



Conector Lokring reducido (montaje de dos
lados) de aluminio para unir tubos

Conectores de aluminio reducidos para los
siguientes materiales de tubos:
aluminio/aluminio; aluminio/cobre; alumi-
nio/acero

Figura 10: Reductor Lokring de aluminio



Conector Lokring en T (montaje de un lado) de latón para unir tubos de 6 a 28,6 mm

Conectores en T de latón para los siguientes materiales de tubos: cobre/cobre; cobre/acero; acero/acero

Figura 11: Conector Lokring en T



Conector Lokring en T reducido (montaje de dos lados) de latón para unir tubos de; por ej., 6 y 2 mm de \varnothing , con unión en T de 6 mm de \varnothing : Lokring 6/6/2 NTR Ms 00 (inserción de tubo capilar)

Unión en T de latón para los siguientes materiales de tubos: cobre/cobre; cobre/acero; acero/acero (por ej., artefactos domésticos)

Figura 12: Reductor Lokring en T con inserción de tubo capilar

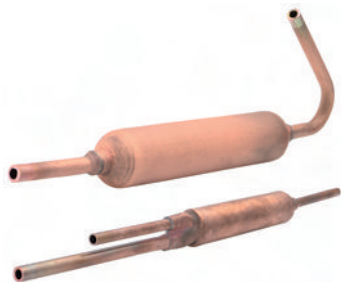


Figura 13: Filtro secador con extremos de tubo

▶ ▶ ▶ Montaje de los tubos



Figura 14: Limpieza de tubos con movimientos giratorios

Limpieza de las superficies

Antes del montaje de la conexión del tubo, limpiar los extremos de éste con una almohadilla abrasiva.

Para evitar hendiduras longitudinales, limpiar los extremos del tubo con un movimiento giratorio (no en el sentido longitudinal del tubo).



Figura 15: Aplicación de Lokprep como líquido anaeróbico

Aplicación de líquido anaeróbico

Los extremos de los tubos se deben cubrir con un líquido anaeróbico.

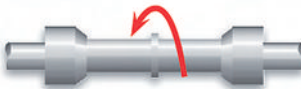


Figura 16: Rotación del montaje de conexión

Rotación del montaje de conexión

Los extremos del tubo se deben insertar en la conexión hasta hacer tope.

Para una mejor distribución del líquido anaeróbico, la conexión de tubos debe girar 360°.

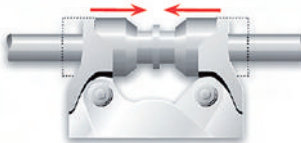


Figura 17: Prensado de la conexión de tubos

Prensado de los anillos de retención

Conjunto de conexión de tubos con herramienta de montaje manual.



Ejemplo de un conector en T

Montaje de un conector en T y servicio rápido de un conector

- Conector Lokring en T
- Conector de servicio rápido

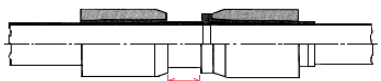
Figura 18: Ejemplo de un conector en T



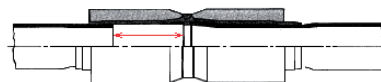
Montaje de un compresor

Montaje de un compresor con acopladores Lokring

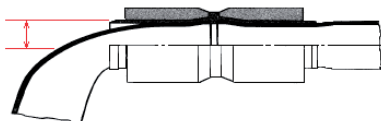
Figura 19: Ejemplo de montaje de un compresor



El anillo de retención del tubo no se ha introducido hasta el final



El tubo no se ha introducido hasta el final



El punto de doblamiento se encuentra demasiado cerca del final de la unión

Figura 20: Errores de montaje

Verificación final de fugas

Una vez instalados todos los acopladores y los conectores, verificar el sistema en busca de fugas. Utilizar nitrógeno seco para presurizar el sistema hasta un valor máximo de 10 bar.

Capítulo 12: Recuperación, reciclaje y contención de refrigerante en el campo

Prólogo

La transferencia de cualquier tipo de refrigerante a cilindros de almacenamiento y reciclaje es una práctica peligrosa. Por este motivo, siempre se debe trabajar en cumplimiento con normas de seguridad estrictas. Leer atentamente los consejos de seguridad del fabricante del refrigerante para la manipulación de éste último.

Pensar antes de actuar.

El gas presurizado y licuado puede generar rápidamente situaciones peligrosas. Si se utiliza en forma incorrecta, el gas líquido puede ocasionar lesiones graves en la piel, los ojos y las vías respiratorias.



Figura 1: Mano afectada

En esta imagen se muestra una mano afectada por líquido refrigerante.

▶ ▶ ▶ Recomendaciones de seguridad

Siempre se prohíbe estrictamente fumar en todas las áreas de trabajo. Éstas se deben ventilar en presencia de refrigerantes. Los refrigerantes son más pesados que el aire y reducen el contenido de oxígeno en el aire. Los refrigerantes invisibles e inodoros. La inhalación de refrigerantes puede pasar inadvertida, y ocasionar desmayos y/o la muerte.

El contacto con suministros eléctricos genera situaciones de riesgo para la vida.

Se debe prestar especial atención a lo siguiente:

- No sobrellenar el cilindro de refrigerante.
- No exceder la presión de trabajo del cilindro. Leer la estampa del cilindro.
- **En los códigos de seguridad se recomienda no llenar los cilindros cerrados más allá del 80% en volumen con líquido.**
- Nunca transportar un cilindro sobrellenado.
- No mezclar refrigerantes de diferente grado ni llenar un cilindro con un refrigerante que no sea el de la etiqueta.
- Utilizar únicamente cilindros limpios, libres de contaminación con aceite, ácido, humedad, etc.
- Inspeccionar visualmente los cilindros antes de utilizarlos y asegurarse de que se sometan a pruebas de presión a menudo.
- Los cilindros de recuperación vienen con indicaciones específicas según el país (marca amarilla en EE. UU., color verde especial en Francia) para evitar confundirse con recipientes de refrigerante.
- No almacenar un cilindro lleno a alta temperatura ambiente ni expuesto al sol.

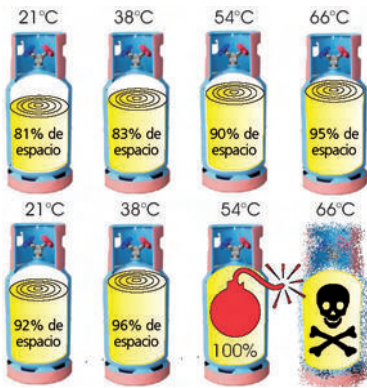


Figura 2: Temperatura del refrigerante y espacio interno de expansión para el líquido

Comenzando con el cilindro lleno hasta el 80% en volumen

Comenzando con el cilindro lleno hasta el 90% en volumen

Referencias

MCR
Página 27
Figura 13

El refrigerante se expande al calentarse y puede ocasionar el estallido del cilindro si se carga en exceso.



El problema en ambos casos fue el sobrellenado con refrigerante.

Figura 3: Ejemplos de cilindros que han estallado



Figura 4: Cilindro con válvulas de líquido y gas separadas

El cilindro debe contar con válvulas de líquido y gas separadas, y estar equipado con un dispositivo de liberación de presión.

Referencias

MCR
Página 27
Figura 13

▶ ▶ ▶ Refrigerantes comprados

Los refrigerantes comprados se empacan en recipientes de transporte desechables y retornables. Los cilindros desechables a menudo exhiben prácticas muy incorrectas. Los refrigerantes a base de CFC que aun se compran actualmente tienen, a menudo, mala calidad (contaminación). Generalmente, estos recipientes se desechan luego de su utilización y una gran cantidad de refrigerante se libera hacia la atmósfera debido a que son desechables.

Los fabricantes de refrigerantes han establecido voluntariamente un sistema de codificación de colores para identificar sus productos; los cilindros desechables y reutilizables se pintan o se distinguen a través de los colores e identificaciones siguientes:

R-11 Naranja	R-12 Gris	R-22 Verde medio	R-502 Orquídea
R-134a Celeste	R-404 Naranja	R-507 Verde azulado	R-407C Marrón medio

Tabla 1: Colores de los cilindros de refrigerante

Estos cilindros no se recomiendan para recargas.

Utilizar únicamente cilindros de recuperación estándares aprobados por el DOT o la TÜV para trabajos de recuperación.



Figura 5: Cilindro de refrigerante desechable

Referencias

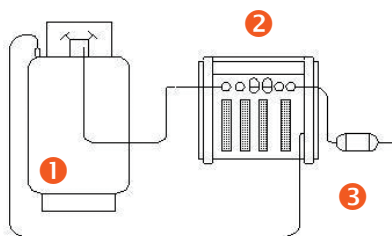


Figura 6: Recuperación con conexión de OFP (interruptor de flotación)

Existen tres maneras diferentes de obtener protección contra sobrellenado (OFP).

1. Equipamiento del cilindro con un interruptor de flotación de nivel de líquido.

La unidad de recuperación se cerrará si se alcanza el 80% del volumen de llenado.

- 1 Cilindro de recuperación
- 2 Unidad de recuperación
- 3 Filtro en línea con manguera (entrada)
- 4 Cable de OFP conectado a la unidad de recuperación

MCR
Página 27
Figura 13

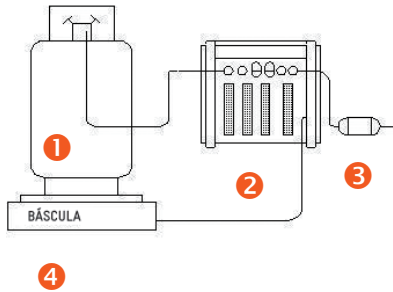


Figura 7: Conexión de OFP al enchufe del cilindro de recuperación

MCR
Página 27
Figura 13



Figura 8: Arreglo de un cilindro de recuperación y una unidad de recuperación con conexión de OFP



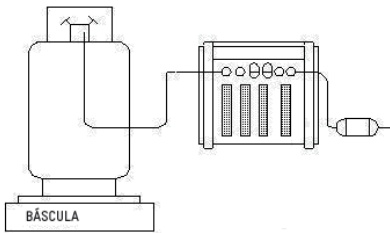
2. Ubicación del cilindro de recuperación sobre una báscula.

La unidad de recuperación se desactivará si se alcanza el peso establecido.

- 1 Cilindro de recuperación
- 2 Unidad de recuperación
- 3 Filtro en línea con manguera (entrada)
- 4 Báscula para medir pesos con conexión a la unidad de recuperación

Figura 9: Recuperación con un cilindro sobre la báscula para medir pesos y OFP conectada

IM
Página 46
Figuras
9 (1)



3. Ubicación del cilindro de recuperación sobre una báscula.

El operador desactiva manualmente la unidad si se alcanza el 80% de carga del cilindro.

Figura 10: Arreglo de cilindro, báscula y unidad de recuperación para observación manual

IM
Página 46
Figuras
9 (1)

Advertencia: los interruptores de cierre al 80% no siempre evitan el sobrellenado. Cualquier técnico que los utilice debe tener conocimiento de la responsabilidad y de los riesgos de seguridad que implican.

Se puede hallar una explicación más detallada de este tema en la sección “Métodos de recuperación de refrigerante: método de presión y tracción”, a continuación.

► ► ► Proceso de recuperación de refrigerante

Utilización de unidades de recuperación

Las unidades de recuperación se conectan al sistema a través de válvulas de servicio o de paso de línea, o de pinzas pinche disponibles. Algunas permiten manipular refrigerantes en forma de líquido y vapor, y algunas cuentan con recipientes de almacenamiento incorporados.

Tener cuidado de no permitir que el compresor succione refrigerante si no cuenta con protección contra golpes de líquido.

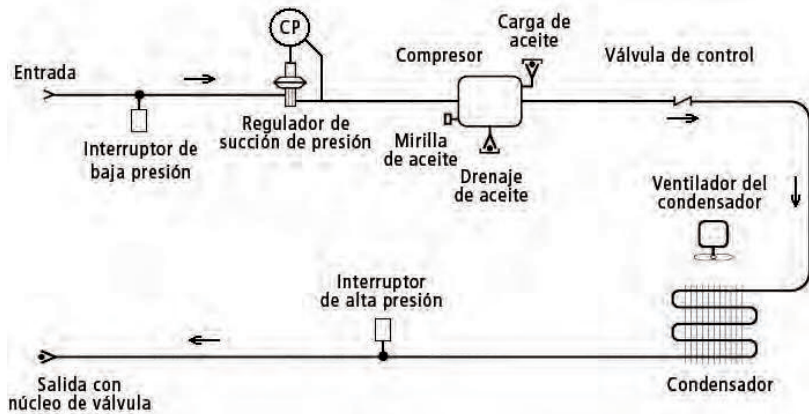


Figura 11: Ejemplo de un diagrama de flujo de refrigerante (unidad de recuperación)

En el bosquejo anterior se muestra un ejemplo de distribución de una unidad de recuperación con protección contra golpes de líquido (regulador de presión de succión) y un compresor a base de aceite.

Existen tres tipos de equipos de recuperación disponibles. Autónomos, dependientes del sistema y pasivos:

Autónomos:

Una unidad de recuperación autónoma cuenta con su propio compresor (u otro mecanismo de transferencia) para bombear refrigerante y extraerlo del sistema. No requiere asistencia de otro componente del sistema en el que se realiza la recuperación.

Dependientes del sistema:

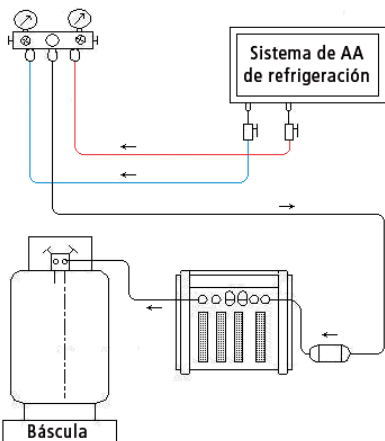
Los equipos de recuperación dependientes del sistema, por otra parte, dependen del compresor y/o de la presión del refrigerante del artefacto para brindar asistencia en la recuperación del refrigerante. Las técnicas en las que se utiliza únicamente un tanque de recuperación refrigerado corresponden a esta categoría.

Pasivos:

En la recuperación pasiva se emplea una bolsa desinflada (bolsa de recuperación) para artefactos domésticos, entre otros, con el propósito de almacenar pequeñas cantidades de refrigerante a una presión cercana, o apenas superior, a la atmosférica (0,1 bar).

▶▶▶ Métodos de recuperación de refrigerante

Los métodos de recuperación dependen del tipo de refrigerante que se recupere. Se dividen generalmente en dos grupos generales: De alta presión, en el cual el punto de ebullición del refrigerante se encuentra entre -50 y 10 °C a presión atmosférica, y de baja presión, en el cual el punto de ebullición supera los 10 °C a presión atmosférica. Entre los refrigerantes de alta presión se incluyen el CFC-12, el HFC-134a y el HCFC-22, y entre los de baja presión el CFC-11, el CFC-113, el HCFC-123, etc.



Recuperación de gas

La carga de refrigerante se puede recuperar en el modo de recuperación de vapor, como se muestra en este bosquejo.

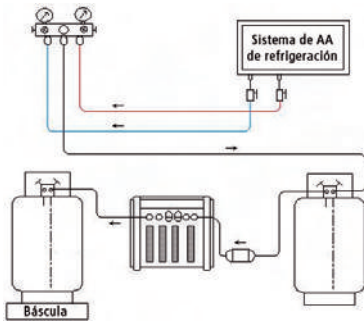
En sistemas de refrigeración de mayor tamaño, esto demandará un tiempo considerablemente mayor si se transfiere líquido.

Las mangueras utilizadas para conectar unidades de recuperación, sistemas y cilindros de recuperación deben tener la menor longitud y el mayor diámetro posible.

Figura 12: Modo de recuperación de vapor

Referencias

IM
Página 46
Figuras
9 (1)



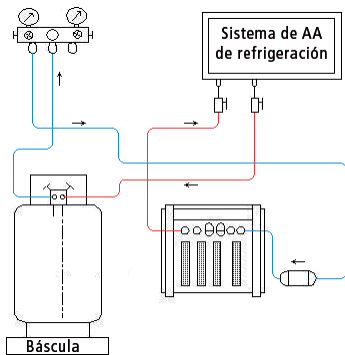
Recuperación de líquido y aceite

Si la unidad de recuperación no cuenta con una bomba de líquido incorporada (dependiente del sistema) o no está diseñada para manipular líquidos, el líquido se puede extraer de un sistema utilizando dos cilindros de recuperación y una unidad de recuperación. Los cilindros de recuperación deben contar con dos puertos y dos válvulas; un ejemplar de cada uno para conexiones de líquido y un ejemplar de cada uno para conexiones de vapor.

Esta configuración de recuperación también permitirá separar el aceite del cilindro conectado al puerto de entrada de la unidad de recuperación.

Figura 13: Sistema de recuperación con dos cilindros para separación de líquido y aceite

IM
Página 46
Figura 9



Método de recuperación de "presión y tracción" para refrigerante líquido

La unidad de recuperación extraerá el refrigerante líquido de la unidad deshabilitada cuando la presión del cilindro de recuperación disminuya.

El vapor extraído del cilindro de recuperación por la unidad se enviará nuevamente hacia el lado de vapor de la unidad deshabilitada.

Figura 14: Sistema de recuperación de "presión y tracción"

IM
Página 46
Figuras
9 (1)

Nota: interruptores de cierre al 80% para recuperación de refrigerante

Los sensores de cierre al 80% se pensaron originalmente como característica de seguridad para la recuperación de refrigerante.

En la mayoría de las máquinas, estos interruptores simplemente desactivan la máquina de recuperación sin detener el flujo de refrigerante. Esto puede ocasionar el sobrellenado de un cilindro, lo cual puede resultar extremadamente peligroso para el técnico. Éste es un peligro conocido en las situaciones comunes que se muestran a continuación:

1. Durante procedimientos de presión y tracción, una vez iniciado un sifón, el apagado de la máquina no evita el sobrellenado del tanque.
2. Cuando se utiliza un cilindro con una gran cantidad de refrigerante frío y se realiza una recuperación desde un sistema a mayor temperatura, el apagado de la máquina no evita que el refrigerante se desplace hacia el punto más frío (en este caso el tanque de recuperación), con lo cual se produce el sobrellenado del tanque aun cuando la máquina se encuentra apagada.

Advertencia: los interruptores de cierre al 80% no siempre evitan el sobrellenado. Cualquier técnico que los utilice debe tener conocimiento de la responsabilidad y de los riesgos de seguridad que implican.

Recordatorio: los interruptores de cierre al 80% no son características de "solución directa".

Nunca se debe dejar desatendido un proceso en el que se utilicen conexiones transitorias y sistemas bajo presión.

▶ ▶ ▶ Prueba de contaminación de refrigerante y lubricante

Para realizar pruebas de refrigerante y aceite, es necesario extraer una muestra de éstos del compresor o del sistema de refrigeración evitando la liberación indebida de refrigerante. El procedimiento variará según el arreglo de válvulas de cierre y el acceso al refrigerante y al aceite disponibles en la unidad.

Referencias

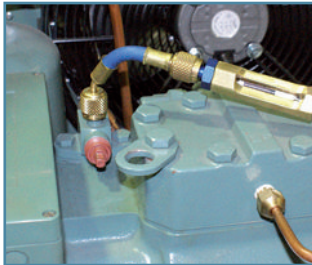


Figura 15: Prueba de aceite en la línea de succión de un compresor



Figura 16: Prueba de refrigerante en un cilindro

Se encuentran disponibles juegos de prueba patentados que permiten realizar pruebas de contaminación y acidez de agua en refrigerantes.

MCR
Página 28
Figura 15



Figura 17: Extracción de una muestra de aceite de un compresor hermético

En algunos sistemas, es posible realizar pruebas de acidez de aceite.

La presencia de ácido en el aceite indica que éste último se ha quemado total o parcialmente, y/o que existe humedad en el sistema, lo cual puede ocasionar la quemadura.

MCR
Páginas 28/29
Figuras 15, 16, 17



Figura 18: Extracción de una muestra de aceite de un compresor semihermético

MCR
Páginas 28/29
Figuras 15, 16, 17

► ► ► Reutilización de refrigerante

El refrigerante recuperado se puede reutilizar en el mismo sistema del cual fue extraído; también es posible retirarlo del sitio y procesarlo para su reutilización en otro sistema, según el motivo de su extracción y sus condiciones (es decir, el nivel y los tipos de contaminantes que contenga).

Los contaminantes potenciales en un refrigerante son los ácidos, la humedad, los gases no condensables y las partículas. Aun en bajos niveles, estos contaminantes pueden reducir la vida útil de funcionamiento de un sistema de refrigeración.

Los refrigerantes contaminados (incluidos los de una unidad con un compresor hermético quemado) se pueden reutilizar cuando se recuperan con una unidad de recuperación con un separado y filtros de aceite incorporados (unidad de reciclaje).

Las unidades de reciclaje se pueden conectar directamente al sistema sometido a servicio (por ej., AAP), o se pueden utilizar para limpiar el refrigerante almacenado del cilindro de recuperación o de recuperación.

Los componentes de limpieza principales de una unidad de reciclaje común son generalmente los siguientes:

1. Compresor
2. Válvula de expansión termostática (VET) o regulador de presión constante (CPR, por sus siglas en inglés)
3. Acumulador de succión o separador de aceite con válvula de drenaje de aceite
4. Secciones de filtro (una o más)
5. Dispositivo de purga de gases no condensables (manual o automático)
6. Condensador
7. Cilindro de almacenamiento

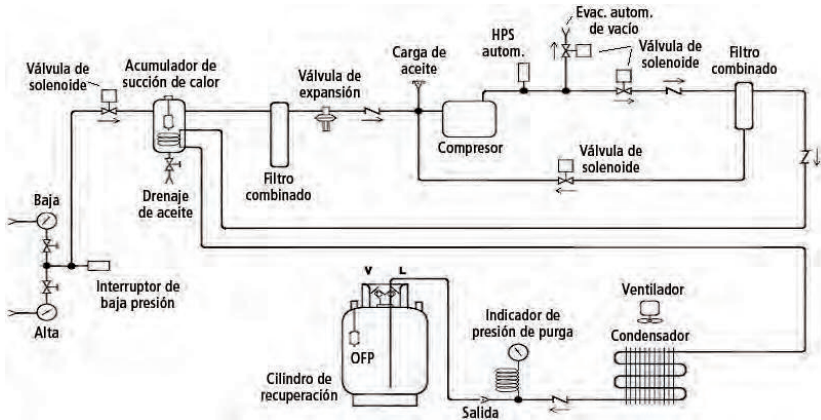
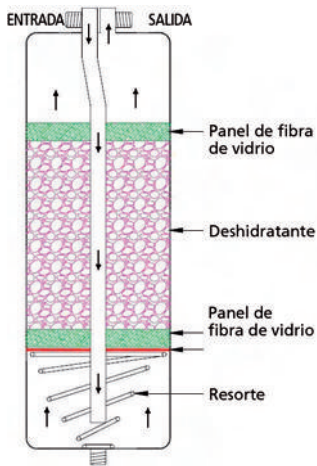


Figura 19: Ejemplo de un diagrama de flujo de refrigerante de una unidad de reciclaje



Eliminación y absorción de:

- Ácido
- Humedad
- Partículas

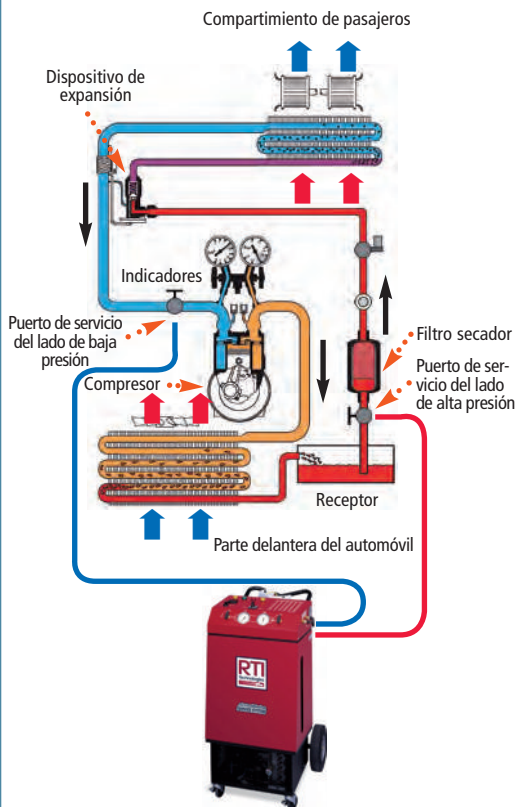
El filtro de reciclaje se debe cambiar regularmente según las recomendaciones de los fabricantes y el nivel de contaminación del refrigerante.

Figura 20: Filtro combinado (filtro de reciclaje)

► ► ► Recuperación desde un sistema de aire acondicionado portátil (AAP)

Transferencia de vapor

Los sistemas de aire acondicionado portátiles vienen normalmente equipados con válvulas de servicio en los lados de alta y baja presión del compresor. La carga de refrigerante de estos sistemas es más bien reducida y por ello sólo es necesaria la transferencia de vapor.



Conectar las dos mangueras de los lados de alta y baja presión de la unidad de servicio del AAP a los puertos de servicio del sistema de aire acondicionado como se indica.

Conectar los acopladores de servicio a las mangueras de servicio si es necesario.

A continuación se muestran las etapas del procedimiento de servicio de sistemas de aire acondicionado automáticos o manuales:

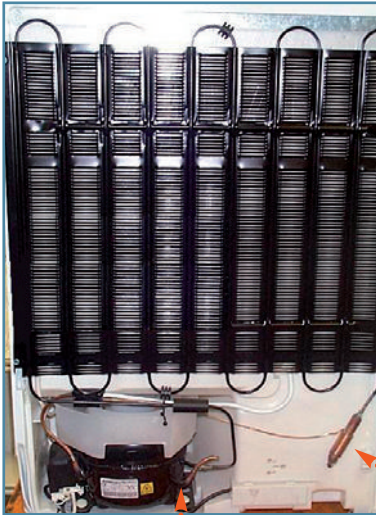
- Monitorización y evaluación de datos del sistema de AA
- Recuperación de refrigerante
- Reciclaje de refrigerante
- Reparación del sistema de AA
- Prueba de fugas del sistema de AA
- Evacuación del sistema de AA
- Carga del sistema de AA

Figura 21: Sistema de aire acondicionado portátil conectado a una unidad de "manipulación de refrigerante"

▶ ▶ ▶ Recuperación desde un refrigerador doméstico

Los artefactos de refrigeración domésticos se deben sellar herméticamente, sin excepciones.

Es posible recuperar refrigerantes de un sistema herméticamente sellado y sin válvulas de servicio. Se debe colocar una pinza pinche o una válvula de paso de línea en el circuito de refrigerante (en la mayoría de los casos, el tubo de proceso o de carga). Estas válvulas sólo sirven para tareas de servicio y nunca se deben dejar permanentemente donde se colocan. Retirar siempre estas válvulas temporales para garantizar la selladura y el hermetismo del sistema luego del servicio y de la reparación.



Debido a que la carga de refrigerante es reducida, sólo es necesaria la recuperación de vapor.

Se recomienda instalar válvulas (pinza pinche o válvula de paso de línea) en los lados de alta y baja presión (si es posible).

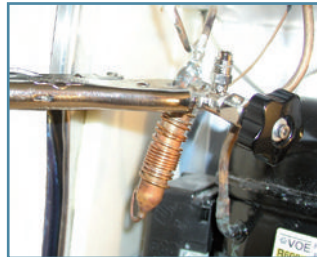
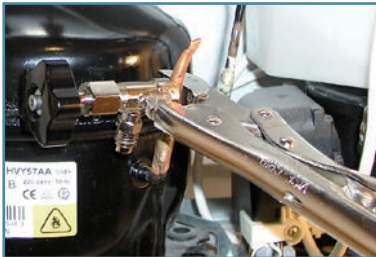


Figura 22: Instalación de una pinza pinche

Referencias

MCR
Página 24
Figura 9

MCR
Página 25
Figura 10

Diferentes tecnologías de recuperación de refrigerante para artefactos domésticos

Para la recuperación de refrigerante en sistemas capilares pequeños, se establece una diferencia entre la utilización de, entre otros:

1. Unidad de recuperación y cilindro de recuperación
2. Bomba manual de recuperación de refrigerante con cilindro o bolsa de recuperación
3. Recuperación de refrigerante con una bomba de vacío y una bolsa de recuperación



Figura 23: Colocación de un cilindro de recuperación

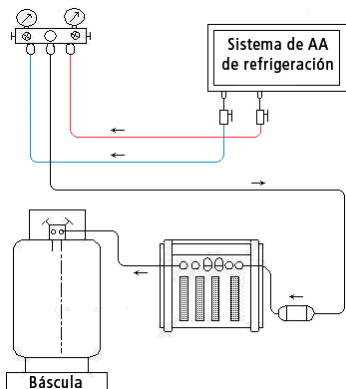


Figura 24: Recuperación con una unidad y un cilindro de recuperación

Recuperación de refrigerante con una unidad de recuperación

- Colocar el cilindro de recuperación sobre una báscula.
- Conectar el puerto de salida de la unidad de recuperación al puerto de líquido del cilindro de recuperación.
- Conectar el puerto central del juego de manómetro múltiple al puerto de entrada de la unidad de recuperación. Incorporar un filtro secador en línea.
- Conectar los lados de alta y baja presión del juego de manómetro múltiple a los lados de baja (tubo de proceso) y alta (filtro secador) presión del refrigerador.
- Realizar la recuperación del refrigerante.

Referencias

RRRE
Página 32
Figura 1

RRRE
Página 33
Figura 2



Figura 25: Conexión de una bomba manual de recuperación

Bomba manual de recuperación de refrigerante con cilindro o bolsa de recuperación

- Conectar el puerto de salida de la bomba manual de recuperación al cilindro de recuperación o al puerto de conexión de la bolsa de recuperación.
- Conectar el sistema de refrigeración (tubo de proceso y/o filtro secador) al puerto de entrada de la bomba manual de recuperación. Incorporar un filtro secador en línea.
- Realizar la recuperación del refrigerante.

Referencias

RRRE
Página 35
Imagen 5

RRRE
Página 36
Figura 6

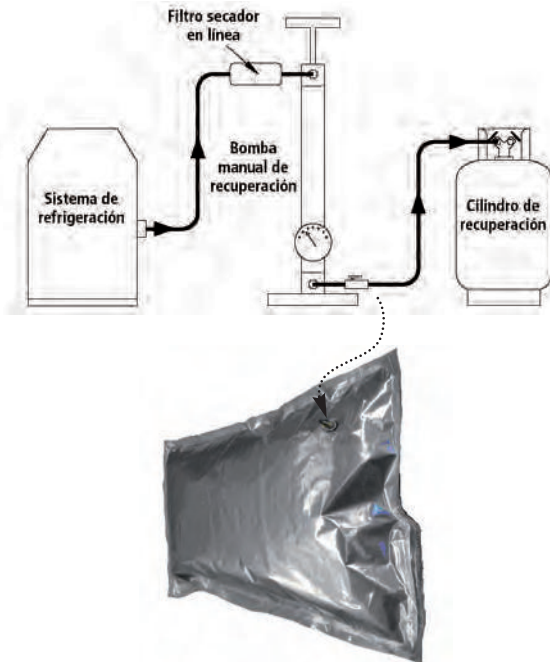


Figura 26: Arreglo de recuperación con bomba manual

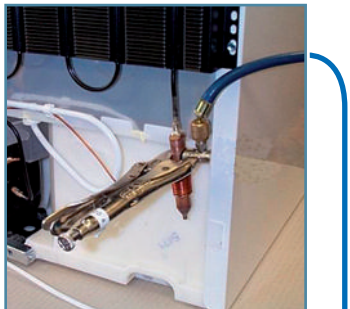


Figura 27: Conexión de la bolsa de recuperación con la pinza pinche

Recuperación de refrigerante con una bomba de vacío y una bolsa de recuperación

Paso 1

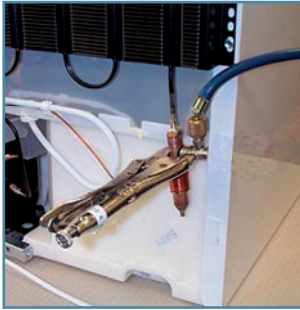
Ecualización de la presión

- La bolsa de recuperación viene equipada con un puerto de conexión macho de 1/4" SAE con núcleo de válvula.
- Conectar la bolsa de recuperación a la válvula de pinza pinche utilizando una manguera de refrigerante con válvula de bola y depresor de núcleos. La válvula de bola con depresor de núcleos se ubica en el puerto de conexión de la bolsa de recuperación, y el depresor de núcleos abre el núcleo de la válvula durante la conexión.
- Instalar la pinza pinche o la válvula de paso de línea al sistema y abrir la válvula.
- El refrigerante se transferirá a la bolsa de recuperación.
- Cerrar la válvula (manguera y dispositivo pinche) luego de la ecualización de presión y retirar la bolsa de refrigerante.

Referencias

MCR
Página 24
Figura 9

RRRE
Página 35
Figura 5



Paso 2 Conexión de una bomba de vacío

- Conectar la bolsa de recuperación a la salida de la bomba de vacío (puerto de escape) utilizando una manguera de refrigerante con válvula de bola y depresor de núcleos. La válvula de bola con depresor de núcleos se ubica en el puerto de conexión de la bolsa de recuperación, y el depresor de núcleos abre el núcleo de la válvula durante la conexión.



- Montar la válvula de refrigerante del lado de baja presión del juego de manómetro múltiple al dispositivo pinche y abrir la válvula.
- Abrir las válvulas del juego de manómetro múltiple (de baja presión y de la bomba de vacío).
- Abrir la válvula de bola de la entrada de la bolsa de recuperación.
- Iniciar la evacuación.
- Evacuar el sistema durante aproximadamente 10 minutos.



No debe existir sobrepresión apreciable en la bolsa de refrigerante, ya que esto puede dañar la bomba de vacío.

Figura 28: Conexión de la bolsa de recuperación con la salida de la bomba de vacío

Referencias

MCR
Página 24
Figura 9

RRRE
Página 35
Imagen 5

RRRE
Página 37
Figura 7

Capítulo 13: Adaptación

Prólogo

Con la eliminación de los CFC y los HCFC, los equipos existentes de refrigeración y aire acondicionado que funcionen con estas sustancias se deberán reemplazar eventualmente por equipos nuevos o adaptados con refrigerantes alternativos.

La adaptación es el proceso por el cual un equipo que utiliza un refrigerante a base de SAO se modifica para funcionar con un refrigerante sin SAO, sin efectos ni modificaciones/cambios significativos en el equipo, lo cual garantiza que éste funcionará hasta el final de su vida útil económica.

A diferencia de lo que sucede con los reemplazos, es probable que sólo se deban reemplazar algunos componentes del sistema existente.

Consultar las tablas de "datos de refrigerantes" al final de este capítulo.

▶▶▶ Generalidades acerca de la adaptación

Cambios involucrados

Típicamente, la adaptación puede involucrar los siguientes cambios:

- Refrigerante
- Lubricante
- Filtro desecante (secador)
- Válvula de expansión
- Compresor (caja de engranajes, velocidad, motor)
- Aislamiento y materiales de selladura, elastómeros
- Para enfriadores centrífugos: sistemas de purga, impulsor/caja de engranajes

Problemas relacionados con la adaptación de CFC/HFC:

- Según estudios realizados, el consumo de energía es de un 1% menor a un 7% mayor que en el caso del CFC-12.
- Problema del hallazgo de lubricantes adecuados: el HFC-134a tiene muy baja solubilidad y el aceite mineral no se mezcla bien con éste.
- Retorno deficiente de aceite al compresor, con lo cual existe la posibilidad de que se produzcan fallas en el compresor.
- Suciedad en las válvulas de expansión y en las superficies del intercambiador de calor, lo cual reduce el rendimiento del sistema.

Lubricantes para refrigerantes alternativos:

- Los aceites a base de polyol éster (POE, por sus siglas en inglés) se deben utilizar con refrigerantes a base de HFC.
- Para los sistemas existentes se requieren purgas de aceite debido a incompatibilidades químicas entre los refrigerantes y los lubricantes.
- Los sistemas cargados con refrigerante de adaptación pueden experimentar fallas prematuras debido a reacciones químicas entre el cloro de los CFC y los aceites lubricantes.

Los aceites sintéticos a base de polyol éster tienen compatibilidad retroactiva. Por ello, su utilización con CFC-12, HCFC-22 y CFC-502 es aceptable.

Avisos importantes para la utilización de lubricantes:

- Los POE tienen mayor tendencia a absorber el agua que los minerales.
- Por ello, se deben manipular con cuidado antes de su utilizarse debido a que puede haber mayor cantidad de agua en el sistema.
- La correcta evacuación es obligatoria.
- Probablemente sea necesario un filtro secador de mayor tamaño en un sistema adaptado para utilizar POE, a fin de garantizar la eliminación del agua excedente.
- Los POE disuelven materiales que los CFC o el aceite mineral no disuelven. Por ello, los filtros secadores se deben verificar con frecuencia.

Se recomienda enfáticamente la utilización del lubricante especificado por el fabricante para garantizar su compatibilidad con todos los componentes con los cuales se encuentre en contacto.

Aceite mineral residual

Contenido aceptable de aceite mineral residual en un sistema adaptado:

Temperatura de evaporación	Aceite mineral residual en el sistema
Menos de -15 °C	1 al 3%
-15 a -5 °C	5% aprox.
Superior a 0 °C	5 al 10%

Tabla 1: Contenido de aceite mineral residual en relación con la temperatura de evaporación

Categorías de adaptación

Adaptación de sustitución directa:

Cambio a un refrigerante alternativo sin modificaciones en el sistema de refrigeración.

Es probable que se deba reemplazar parte del aceite lubricante por polyol éster (POE)/polialquilenglicol (PAG) luego de una purga profunda del sistema con nitrógeno seco, y de la carga de la cantidad requerida de refrigerante de sustitución directa.

Adaptación simple/económica:

Cambio a un refrigerante alternativo que sólo demande la modificación de algunas piezas incompatibles, como juntas, anillos tóricos y filtros secadores. Las adaptaciones simples pueden, en algunos casos, disminuir levemente la eficiencia o la capacidad, o ambas.

Optimización o adaptación de diseño del sistema:

Conversión a un refrigerante alternativo que incluye el reemplazo de los componentes principales del sistema, como el compresor, los intercambiadores de calor, el dispositivo de expansión, etc., por componentes nuevos rediseñados específicamente para el refrigerante alternativo.

Conclusiones y comentarios

- Se debe tener en cuenta que no se recomienda la adaptación de aquellos artefactos que funcionan correctamente hasta que exista la necesidad de abrir el sistema de refrigeración en cuestión para una reparación.
- Los sistemas que funcionan correctamente pueden hacerlo sin dañar la capa de ozono.
- En los sistemas de RAA con más antigüedad, el reemplazo puede resultar más rentable que la adaptación. A su vez, un equipo nuevo ofrecerá más ahorro de energía.
- La adaptación implica dos tipos de costos:
 - De mano de obra
 - De los componentes que se deben reemplazar

- Para el cálculo de costos, el problema del cambio de lubricante en relación con el refrigerante elegido puede ser de gran importancia. Un sistema de refrigeración o aire acondicionado con gran cantidad de tuberías y/o evaporadores y accesorios (por ej., separadores de aceite o acumuladores de líquido) se debe purgar con el lubricante de adaptación especificado hasta lograr un nivel de contención determinado de aceite mineral restante en el sistema.
- Una buena oportunidad para realizar un procedimiento de adaptación se relaciona con el mantenimiento de un sistema de RAA programado regularmente.
- La opción de adaptación se considerará en casos en los cuales el suministro de CFC escasee debido a una prohibición de su importación de CFC en el país, o bien no cuando no haya disponibilidad de éste.

▶ ▶ ▶ El proceso de adaptación práctica

Información necesaria:

1. Tipo de refrigerante existente
2. Tipos y marcas de los componentes del sistema; entre otros, compresor (unidad de condensación), evaporador, condensador, etc.
3. Tamaño del receptor de líquido
4. Tipos y marcas de los dispositivos de control principales
5. Tipos y marcas de los dispositivos de control secundarios
6. Dimensiones de la tubería
7. Diferencia de altitud entre el compresor, el evaporador y el condensador
8. Características específicas del equipo existente
9. Información del sistema monitorizado en condiciones de funcionamiento, como las temperaturas de evaporación y condensación, los datos eléctricos, y la temperatura especificada del ambiente o del medio acondicionado
10. Historial de fallas del sistema (particularmente quemaduras de compresores)

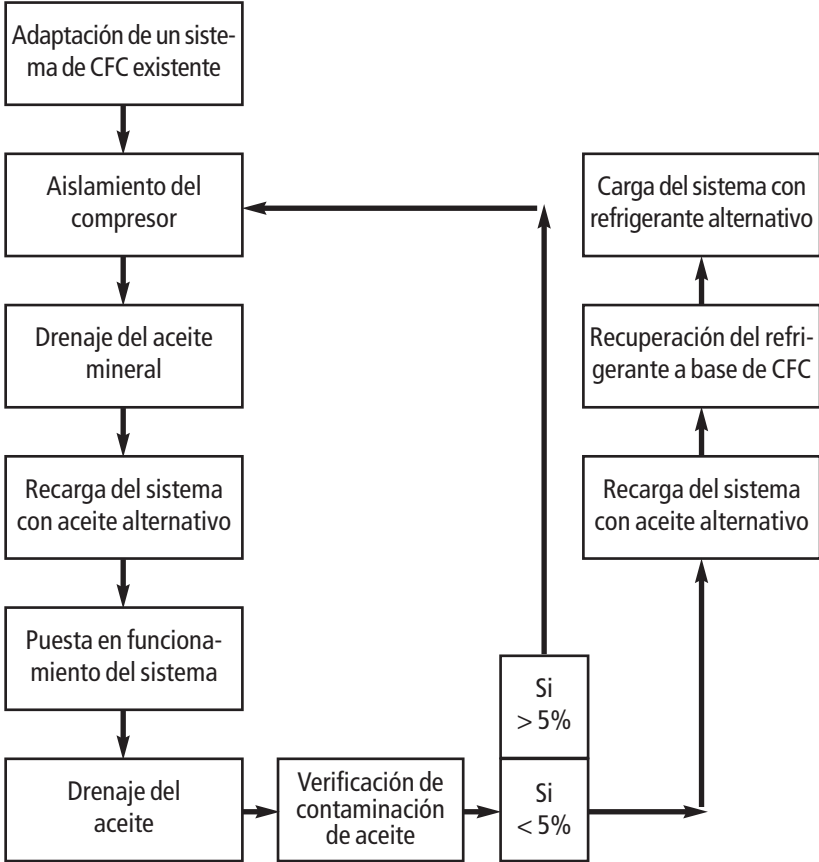


Figura 1: Flujo de proceso de adaptación

Carga de refrigerante

Utilizar mezclas de HFC para eliminar líquido únicamente del cilindro de carga. Una vez extraído el líquido del cilindro, el refrigerante se puede cargar en el sistema en forma de líquido o vapor, según se desee. Utilizar los manómetros múltiples o una válvula reguladora para convertir el líquido parcialmente en vapor si es necesario.

El cilindro de almacenamiento de refrigerante se debe inspeccionar en busca de pérdidas; de lo contrario, su composición puede alterarse. Los sistemas de refrigeración y AA se deben rotular en forma clara luego de la conversión, a fin de evitar la mezcla futura de refrigerantes.

- Cargar el sistema con el refrigerante alternativo.
Se debe tener cuidado de no sobrecargarlo.
- Colocar el 75% de la carga de CFC como punto de partida.

La carga óptima variará según el diseño del sistema y las condiciones de funcionamiento, aunque en la mayoría de los sistemas la mejor será del 75-90% en peso de la carga original.

Activar el sistema y permitir que las condiciones se establezcan. Si la carga del sistema es insuficiente, añadir refrigerante en pequeñas cantidades (continuando con la extracción de líquido del cilindro de carga) hasta que las condiciones del sistema alcancen el nivel adecuado.

El intento de realizar la carga hasta superar la mirilla puede ocasionar la sobrecarga de refrigerante.

Probablemente se deban ajustar varios interruptores de presión para sostener las condiciones de funcionamiento adecuadas; entre otros:

- Reguladores de presión del evaporador
- Interruptores de activación y desactivación de presión
- Interruptores de presión de ciclado del ventilador del condensador
- Controles de presión principal
- Reguladores de presión del cárter
- Otros

Debido a la miscibilidad de aceite superior de los HFC y los POE, se debe verificar que los niveles de aceite del sumidero del compresor sean correctos. Verificar con el fabricante del compresor que los índices de carga de amperaje sean correctos.

Para la monitorización y la evaluación, utilizar la "hoja de datos de adaptación de sistemas de refrigeración" proporcionada al final de este capítulo.

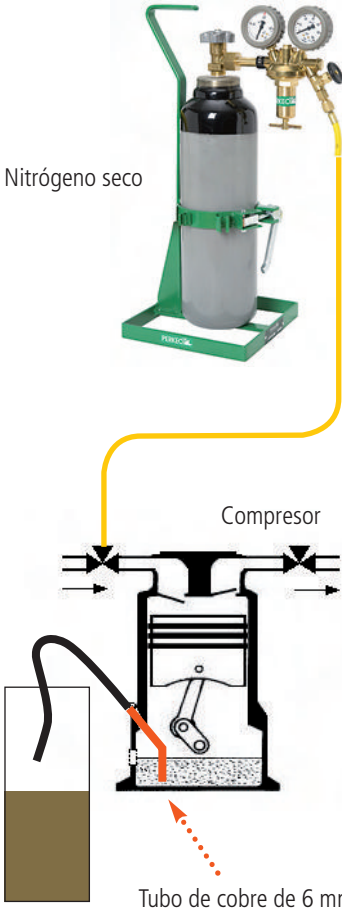
Avisos importantes:

Debido a que todas las mezclas contienen por lo menos un componente inflamable, se deben tomar las medidas correspondientes para evitar la entrada de aire en el sistema. Se puede producir un desplazamiento crítico del punto de ignición bajo alta presión cuando existe una alta proporción de aire. Además, las pruebas de presión con mezclas de aire/refrigerante no están permitidas.

No utilizar aire del taller para pruebas de presión.

Se debe utilizar nitrógeno seco y libre de oxígeno.

Problemas de orden práctico



Cambio de aceite (drenaje):

1. Verificar el sistema en busca de fugas y repararlo si es necesario.
2. Separar el compresor mientras se utiliza la función de evacuación o se cierran las válvulas de cierre del compresor.
3. Si es necesario, recuperar el refrigerante restante utilizando una tecnología de recuperación de refrigerante correspondiente.
4. Abrir la conexión de soporte de aceite del cárter del compresor.
5. Insertar un tubo de cobre blando de 6 mm que alcance la parte inferior del cárter.
6. Sellar el orificio con cinta o un sello de caucho, y sostener el tubo de cobre.
7. Transferir una pequeña cantidad de nitrógeno a baja presión hacia el cárter.
8. El aceite será transferido (enviado a la fuerza) a un recipiente separado.
9. Desechar el aceite (como desecho con contaminación) en forma ecológicamente responsable.

Figura 2: Cambio de aceite con nitrógeno seco



- Suministro de nitrógeno y drenaje de aceite

- Aceite contaminado

Figura 3: Procedimiento de cambio de aceite



- Ejemplo de conexión de soporte de aceite

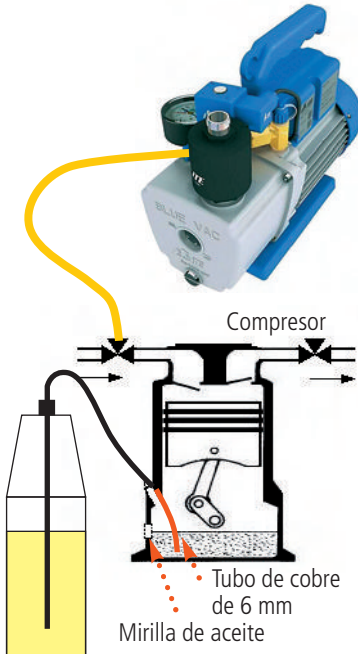
Figura 4: Conexión de soporte de aceite



Drenaje de aceite de un compresor hermético:

- Desmontar el compresor
- Dar vuelta el compresor
- Drenar el aceite a través del tubo de succión o de proceso
- Recargar el compresor con una pequeña cantidad de aceite a base de POE (150 ml) y sacudirlo
- Drenar el aceite restante

Figura 5: Drenaje de aceite de un compresor hermético



Cambio de aceite (recarga):

1. Conectar una bomba de vacío a la válvula de cierre de la línea de succión.
2. Insertar el extremo libre del tubo de cobre de 6 mm/montaje de manguera en una lata de aceite a base de POE que alcance la parte inferior de ésta.
3. Activar la bomba de vacío.
4. El aceite será transferido (enviado a la fuerza) al compresor debido a la baja presión del cárter.
5. Observar el nivel de aceite a través de la mirilla del compresor; utilizar, no obstante, el mismo volumen extraído en el proceso de drenaje.
6. Detener el flujo de aceite.
7. Medir la cantidad de aceite cargada.
8. Evacuar el compresor.
9. Abrir las válvulas de retención del compresor.
10. Hacer funcionar el compresor.
11. Verificar el sistema en busca de fugas.

Figura 6: Cambio de aceite con una bomba de vacío

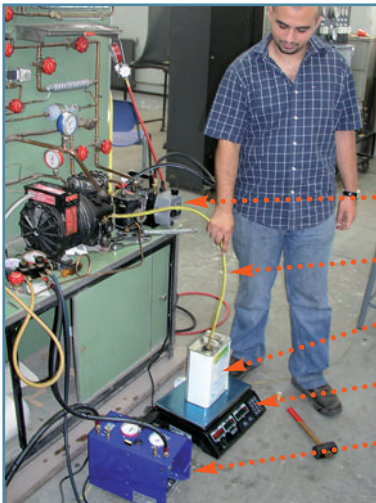
Debido a la tendencia del aceite a base de POE nuevo a absorber la humedad, resulta esencial utilizar sólo latas pequeñas de este aceite. No almacenar latas abiertas de POE para usos futuros.



Proceso de llenado de aceite (ejemplo 1)

- Conexión de la bomba de vacío al puerto de servicio de la válvula de retención de la línea de succión del compresor
- Montaje de manguera de llenado de aceite a base de POE

Figura 7: Proceso de llenado de aceite (en detalle)



Proceso de llenado de aceite (ejemplo 2)

- Bomba de vacío
- Montaje de manguera conectado al cárter
- Lata de aceite con POE
- Báscula para medir pesos
- Unidad de recuperación

Figura 8: Proceso de llenado de aceite

Hoja de datos de adaptación de sistemas de refrigeración			
Nombre de la compañía de servicio			
Dirección			
N.º de teléfono y fax			
N.º de registro			
Nombre del cliente			
Dirección			
N.º de teléfono y fax			
Nombre del contacto			
DATOS de la instalación/los artefactos			
Tipo de instalación		Fabricante	
Modelo y n.º		N.º de serie	
Tipo de compresor		Fabricante	
Modelo y n.º		N.º de serie	
Datos de funcionamiento			
Anterior		Nuevo	
Tipo de refrigerante		Tipo de refrigerante	
Carga de refrigerante		Carga de refrigerante	
Tipo de lubricante		Tipo de lubricante	
Carga de lubricante		Carga de lubricante	
Presión de succión		Presión de succión	
Presión de descarga		Presión de descarga	
Temp. de la línea de succión		Temp. de la línea de succión	
Temp. de la línea de descarga		Temp. de la línea de descarga	
Temperatura ambiente		Temperatura ambiente	
Temp. del ambiente/media		Temp. del ambiente/media	
Corte de BP		Corte de BP	
Corte de AP		Corte de AP	
Datos eléctricos			
Suministro de energía (voltaje)		Suministro de energía (voltaje)	
Consumo de corriente del compresor		Consumo de corriente del compresor	
Otros datos de instalación			
Diámetro de la línea de descarga		Longitud de la línea de descarga	
Diámetro de la línea de líquido		Largo de la línea de líquido	
Diámetro de la línea de succión		Longitud de la línea de succión	
Línea de succión del aislamiento		Dif. de altitud, comp./evap.	
Tipo de condensador		Tipo de evaporador	
Tipo de filtro secador		Tipo de filtro secador	
Firma del técnico	Fecha	Firma del cliente	Fecha

Tabla 2: Hoja de datos de adaptación de sistemas de refrigeración

ADAPTACIÓN; Etiqueta del equipo	
Compañía	
Nombre del técnico	
Dirección	
N.º de teléfono y fax	
N.º de registro	
<p>Acondicionado para funcionar con refrigerante HFC-R134a</p> <p>Este sistema sólo se debe utilizar con refrigerante HFC-R134a y lubricante sintético</p>	
Carga de refrigerante	
Carga de lubricante (anterior)	
Carga de lubricante (nuevo)	
Adaptación realizada por:	
Fecha de la adaptación:	
Firma:	

Tabla 3: Hoja de datos de la etiqueta del equipo de adaptación

▶▶▶ Datos de refrigerantes

CFC (eliminados/Protocolo de Montreal)

Tipo	Número R	Fórmula química	PAO	PCG en 100 años	Grupo de seguridad
CFC	R-11	CFC-11 / CCl3F	1	4.750	A1
CFC	R-113	CFC-113 / CCl2FCClF2	1	6.130	A1
CFC	R-114	CFC-114 / CClF2CClF2	1	10.040	A1
CFC	R-115	CFC-115 / CClF2CF3	0,44	7.370	A1
CFC	R-12	CFC-12 / CCl2F2	1	10.890	A1
CFC	R-13	CFC-13 / CClF3	1	14.420	A1
CFC	R-400	R-12/114 (50,0/50,0)	1	10.000	A1
CFC	R-500	R-12/152a (73,8/26,2)	0,738	8.100	A1
CFC	R-502	R-22/115 (48,8/51,2)	0,25	4.700	A1
CFC	R-503	R-23/13 (40,1/59,9)	0,599	15.000	A1

Refrigerantes a base de HCFC puros (eliminados/Protocolo de Montreal)

Tipo	Número R	Fórmula química	PAO	PCG en 100 años	Grupo de seguridad
HCFC	R-123	HCFC-123 / CHCl2CF3	0,02	77	B1
HCFC	R-124	HCFC-124 / CHClFCF3	0,02	609	A1
HCFC	R-142b	HCFC-142b / CH3CClF2	0,07	2.310	A2
HCFC	R-22	HCFC-22 / CHClF2	0,05	1.810	A1

Refrigerantes a base de HFC puros (controlados de acuerdo con el Protocolo de Kioto)

Tipo	Número R	Fórmula química	PAO	PCG en 100 años	Grupo de seguridad
HFC	R-125	HFC-125 / CHF2CF3	0	3.500	A1
HFC	R-134a	HFC-134a / CH2FCF3	0	1.430	A1
HFC	R-143a	HFC-143a / CH3CF3	0	4.470	A2
HFC	R-152a	HFC-152 / CH3CHF2	0	124	A2
HFC	R-161	HFC-161 / CH3CH2F - etílico flúor	0	12	
HFC	R-227ea	HFC-227ea / CF3CHFCF3	0	3.220	A1
HFC	R-23	HFC-23 / CHF3 - fluoroformo	0	14.760	A1
HFC	R-236ea	HFC-236ea / CHF2CHFCF3	0	1.370	
HFC	R-236fa	HFC-236fa / CF3CH2CF3	0	9.810	A1
HFC	R-245fa	HFC-245fa / CHF2CH2CF3	0	1.030	B1
HFC	R-32	HFC-32 / CH2F2 - fluoruro de metileno	0	675	A2

Mezclas de HCFC (eliminados/Protocolo de Montreal)

Tipo	Número R	Fórmula química	PAO	PCG en 100 años	Grupo de seguridad
Mezclas de HCFC	R-401A	R-22/152a/124 (53,0/13,0/34,0)	0,033	1.200	A1
Mezclas de HCFC	R-401B	R-22/152a/124 (61,0/11,0/28,0)	0,036	1.300	A1
Mezclas de HCFC	R-401C	R-22/152a/124 (33,0/15,0/52,0)	0,027	930	A1
Mezclas de HCFC	R-402A	R-125/290/22 (60,0/2,0/38,0)	0,019	2.800	A1
Mezclas de HCFC	R-402B	R-125/290/22 (38,0/2,0/60,0)	0,03	2.400	A1
Mezclas de HCFC	R-403A	R-290/22/218 (5,0/75,0/20,0)	0,038	3.100	A1
Mezclas de HCFC	R-403B	R-290/22/218 (5,0/56,0/39,0)	0,028	4.500	A1
Mezclas de HCFC	R-405A	R-22/152a/142b/C318 (45,0/7,0/5,5/42,5)	0,026	5.300	d
Mezclas de HCFC	R-406A	R-22/600a/142b (55,0/4,0/41,0)	0,056	1.900	A2
Mezclas de HCFC	R-408A	R-125/143a/22 (7,0/46,0/47,0)	0,024	3.200	A1
Mezclas de HCFC	R-409A	R-22/124/142b (60,0/25,0/15,0)	0,046	1.600	A1
Mezclas de HCFC	R-409B	R-22/124/142b (65,0/25,0/10,0)	0,045	1.600	A1
Mezclas de HCFC	R-411A	R-1270/22/152a (1,5/87,5/11,0)	0,044	1.600	A2
Mezclas de HCFC	R-411B	R-1270/22/152a (3,0/94,0/3,0)	0,047	1.700	A2
Mezclas de HCFC	R-412A	R-22/218/142b (70,0/5,0/25,0)	0,053	2.300	A2
Mezclas de HCFC	R-414A	R-22/124/600a/142b (51,0/28,5/4,0/16,5)	0,043	1.500	A1
Mezclas de HCFC	R-414B	R-22/124/600a/142b (50,0/39,0/1,5/9,5)	0,039	1.400	A1
Mezclas de HCFC	R-415A	R-22/152a (82,0/18,0)	0,041	1.500	A2
Mezclas de HCFC	R-415B	R-22/152a (25,0/75,0)	0,013	550	A2
Mezclas de HCFC	R-416A	R-134a/124/600 (59,0/39,5/1,5)	0,008	1.100	A1
Mezclas de HCFC	R-418A	R-290/22/152a (1,5/96,0/2,5)	0,048	1.700	A2
Mezclas de HCFC	R-420A	R-134a/142b (88,0/12,0)	0,008	1.500	A1
Mezclas de HCFC	R-509A	R-22/218 (44,0/56,0)	0,022	5.700	A1

Mezclas de HFC (controlados de acuerdo con el Protocolo de Kioto)

Tipo	Número R	Fórmula química	PAO	PCG en 100 años	Grupo de seguridad
Mezcla de HFC	R-404A	R-125/143a/134a (44,0/52,0/4,0)	0	3.900	A1
Mezcla de HFC	R-407A	R-32/125/134a (20,0/40,0/40,0)	0	2.100	A1
Mezcla de HFC	R-407B	R-32/125/134a (10,0/70,0/20,0)	0	2.800	A1
Mezcla de HFC	R-407C	R-32/125/134a (23,0/25,0/52,0)	0	1.800	A1
Mezcla de HFC	R-407D	R-32/125/134a (15,0/15,0/70,0)	0	1.600	A1
Mezcla de HFC	R-407E	R-32/125/134a (25,0/15,0/60,0)	0	1.600	A1
Mezcla de HFC	R-410A	R-32/125 (50,0/50,0)	0	2.100	A1
Mezclas de HFC	R-413A	R-218/134a/600a (9,0/88,0/3,0)	0	2.100	A2
Mezcla de HFC	R-417A	R-125/134a/600 (46,6/50,0/3,4)	0	2.300	A1
Mezcla de HFC	R-419A	R-125/134a/E170 (77,0/19,0/4,0)	0	3.000	A2
Mezcla de HFC	R-421A	R-125/134a (58,0/42,0)	0	2.600	A1
Mezcla de HFC	R-421B	R-125/134a (85,0/15,0)	0	3.200	A1
Mezcla de HFC	R-422A	R-125/134a/600a (85,1/11,5/3,4)	0	3.100	A1
Mezcla de HFC	R-422B	R-125/134a/600a (55,0/42,0/3,0)	0	2.500	A1
Mezcla de HFC	R-422C	R-125/134a/600a (82,0/15,0/3,0)	0	3.100	A1
Mezcla de HFC	R-422D	R-125/134a/600a (65,1/31,5/3,4)	0	2.700	A1
Mezcla de HFC	R-423A	R-134a/227ea (52,5/47,5)	0	2.300	A1
Mezcla de HFC	R-424A	R-125/134a/600a/600/601a (50,5/47,0/ 0,9/	0	2.400	A1
Mezcla de HFC	R-425A	R-32/134a/227ea (18,5/69,5/12,0)	0	1.500	A1
Mezcla de HFC	R-426A	R-125/134a/600/601a (5,1/93,0/1,3/0,6)	0	1.500	A1
Mezcla de HFC	R-427A	R-32/125/143a/134a (15,0/25,0/10,0/50,0)	0	2.100	A1
Mezcla de HFC	R-428A	R-125/143a/290/600a (77,5/20,0/0,6/1,9)	0	3.600	A1
Mezcla de HFC	R-429A	R-E170/152a/600a (60,0/10,0/30,0)	0		
Mezcla de HFC	R-430A	R-152a/600a (76,0/24,0)	0		A3
Mezcla de HFC	R-431A	R-290/152a (71,0/29,0)	0		A3
Mezcla de HFC	R-434A	R-125/143a/134a/600a (63,28/18,0/16,0/2,8)	0		
Mezcla de HFC	R-434A	R-125/143a/134a/600a (63,2/18,0/16,0/2,8)	0		
Mezcla de HFC	R-435A	R- E170/152a (80,0/20,0)	0		
Mezcla de HFC	R-437A	R-125/134a/600/601 (19,5/78,5/1,4/0,6)	0		
Mezcla de HFC	R-507A	R-125/143a (50,0/50,0)	0	4.000	A1
Mezcla de HFC	R-508A	R-23/116 (39,0/61,0)	0	13.000	A1
Mezcla de HFC	R-508B	R-23/116 (46,0/54,0)	0	13.000	A1

Hidrocarburos (se aplican normas de seguridad locales)

Tipo	Número R	Fórmula química	PAO	PCG en 100 años	Grupo de seguridad
HC	R-1150	CH ₂ =CH ₂ - etileno	0		A3
HC	R-1270	CH ₃ CH=CH ₂ - propileno	0		A3
HC	R-170	CH ₃ CH ₃ - etano	0		A3
HC	R-290	CH ₃ CH ₂ CH ₃ - propano	0	3	A3
HC	R-600	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ - butano	0	3	A3
HC	R-600a	CH(CH ₃) ₂ -CH ₃ - isobutano	0	3	A3

Mezclas de hidrocarburos (se aplican normas de seguridad locales)

Tipo	Número R	Fórmula química	PAO	PCG en 100 años	Grupo de seguridad
Mezcla de HC	R-432A	R-1270/E170 (80,0/20,0)			A3
Mezcla de HC	R-433A	R-1270/290 (30,0/70,0)			A3
Mezcla de HC	R-436A	R-290/600a (56,0/44,0)			A3
Mezcla de HC	R-436B	R-290/600a (52,0/48,0)			A3
Mezcla de HC	R-510A	R-E170/600a (88,0/12,0)			A3

Refrigerantes naturales (se aplican normas de seguridad locales)

Tipo	Número R	Fórmula química	PAO	PCG en 100 años	Grupo de seguridad
Natural	R-702	H ₂ - hidrógeno normal	0		A3
Natural	R-704	He - helio	0		A1
Natural	R-717	NH ₃ - amoníaco	0	0	B2
Natural	R-718	H ₂ O - agua	0	0	A1
Natural	R-729	aire - 78% N ₂ , 21% O ₂ , 1% Ar, +	0	-	A1
Natural	R-744	CO ₂ - dióxido de carbono	0	1	A1
Natural	R-764	SO ₂ - dióxido de azufre	0	300	B1

Capítulo 14: Seguridad

Prólogo

El trabajo con o en equipos de refrigeración y AA (RAA), maquinarias o materiales y sustancias siempre se asocia de diferentes maneras con riesgos de salud altos.

En el siguiente capítulo se proporciona una perspectiva general acerca de las señales importantes y la vestimenta de trabajo relacionadas con la seguridad del personal que trabaja en este sector.

El trabajo debe ser realizado únicamente por personal correctamente capacitado y equipado con equipos seguridad, maquinarias y herramientas en buenas condiciones y de buena calidad.

Advertencias



¡Peligro! El contacto de la piel/los ojos con el refrigerante y el aceite puede ser perjudicial



¡Peligro! Refrigerante inflamable



¡Peligro! Electricidad



¡Peligro! Inhalación de gases nocivos



¡Peligro! Área de peligro



¡Peligro! Gas comprimido y recipiente



¡Peligro! Objetos pesados en suspensión



¡Peligro! Superficies calientes

Figura 1: Señales de advertencia

Prohibiciones



Prohibido fumar



No encender fuego

Personal autorizado únicamente
No se admiten transeúntesNo utilizar maquinarias en
áreas mojadas

Figura 2: Señales de prohibición

Rescate



Identificar la vía de escape



Suministrar material de primeros auxilios



Suministrar fluido para lavado de ojos

Identificar la información de contacto
del servicio médico más cercano

Figura 3: Señales de rescate

Obligación



Utilizar vestimenta de trabajo adecuada



Utilizar guantes de protección



Utilizar protección auditiva



Utilizar gafas de seguridad



Utilizar casco de seguridad



Utilizar calzado de seguridad



Desenchufar equipos para el servicio



Desconectar maquinarias para el servicio

Figura 4: Señales de obligación

Vestimenta de trabajo



Guantes de trabajo normales con agarraderas de caucho



Guantes de trabajo normales con palma cubierta de caucho

El nivel de protección depende de la tarea

Figura 5: Guantes de trabajo (ejemplo 1)



Guantes de trabajo para manipular refrigerante y aceite



Guantes de trabajo gruesos para soldadura convencional y fuerte

El nivel de protección depende de la tarea

Figura 6: Guantes de trabajo (ejemplo 2)



Gafas de seguridad normales con protección lateral



Gafas de seguridad normales con protección de cobertura total

El nivel de protección depende de la tarea

Figura 7: Gafas de seguridad



Protección auditiva



Mascarilla de respiración (polvo y suciedad)



Casco de seguridad

El nivel de protección depende de la tarea

Figura 8: Dispositivos de seguridad



Protección para los dedos y el talón (acero)

Calzado de seguridad (caña alta y baja)

El nivel de protección depende de la tarea

Figura 9: Calzado de seguridad



Overol



Pantalones de trabajo normales



Camisa de trabajo

El nivel de protección depende de la tarea

Figura 10: Vestimenta de seguridad

Glosario

Adaptación

En este procedimiento los equipos de refrigeración se someten a algunas modificaciones (mejoras o ajustes) para que sea posible su utilización con un refrigerante diferente del original. Esto puede involucrar, por ejemplo, cambios de aceite o de determinados componentes del sistema, o bien modificaciones en dispositivos eléctricos.

Carga

Transferencia de un refrigerante de la fuente de refrigerante (cilindro para refrigerantes vírgenes o reciclados) a un sistema, normalmente de acuerdo con un peso o un subenfriamiento especificados, o con la presión de evaporación. La carga se realiza normalmente a través de una máquina de carga dedicada (por ejemplo, en un área de producción) o de un cilindro conectados al sistema a través de un múltiple/mangueras. El cilindro se desconecta del sistema de refrigeración una vez que éste último se ha cargado por completo con refrigerante nuevo.

Contención

Aplicación de técnicas de servicio o equipos especiales diseñados para eliminar o reducir la pérdida de refrigerante durante la instalación, el funcionamiento, el servicio o la eliminación de equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Doblamiento

Debido a su gran maleabilidad, los tubos de cobre a menudo se doblan para adaptarse al sistema de tuberías del sitio de trabajo. Esto se puede realizar a mano con relativa sencillez si se dispone de un radio amplio, aunque para doblamientos más reducidos a menudo es conveniente utilizar equipos especiales a fin de evitar deformar la línea. Estas herramientas pueden variar desde dispositivos simples con forma de resorte que evitan el derrumbe de paredes de tubos hasta dispositivos más sofisticados que involucran arreglos de palancas o engranajes.

Eliminación de sustancias que agotan la capa de ozono

En este contexto, eliminar implica limitar la presencia e imposibilitar la producción, en forma sucesiva, de sustancias que agotan la capa de ozono de acuerdo con un cronograma definido para diferentes grupos de países, según lo reglamenta el Protocolo Montreal.

Evacuación

La evacuación de un sistema de refrigeración implica la eliminación final de restos de humedad o gases no condensables del sistema. Esto comprende la eliminación de todos los contaminantes de refrigerante y volátiles, como la humedad y el aire, con lo cual prácticamente se genera un vacío. La evacuación normalmente se realiza a través de una bomba de vacío específica, una vez completada la recuperación de refrigerante (si corresponde), idealmente a una presión absoluta de 0,5 mbar (50 Pa, 375 micrones) o menos.

FML (Fondo Multilateral) del Protocolo de Montreal

El Fondo Multilateral se estableció en 1990 como un mecanismo financiero para la implementación del Protocolo de Montreal. Al financiar la transferencia y la cooperación tecnológica, el Fondo asiste a países en desarrollo (Artículo 5) para que éstos cumplan con sus compromisos en virtud del Protocolo de Montreal; es decir, para permitir a éstos eliminar y sustituir SAO dentro de un plazo acordado. Los países industrializados acuerdan contribuir con el Fondo a fin de ayudar a los países del Artículo 5 a alcanzar los objetivos del Protocolo. La asistencia financiera y técnica (cierre de plantas de producción de SAO y conversión industrial, asistencia técnica, difusión de información, capacitación y formación de capacidades) se proporciona en forma de subsidios o préstamos concesionales (PNUMA, PNUD, ONUDI, Banco Mundial).

GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH)

Como empresa de cooperación internacional para desarrollo sostenible con operaciones en todo el mundo, la compañía de responsabilidad limitada de propiedad federal 'Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit' (GIZ) apoya al gobierno alemán para el alcance de sus objetivos de políticas de desarrollo. Ofrece soluciones viables y prospectivas para el desarrollo político, económico, ecológico y social en un mundo globalizado. Trabajando en condiciones difíciles, la GIZ promueve reformas y procesos de cambio complejos. Su objetivo corporativo es mejorar las condiciones de vida de las personas en forma sostenible.

Hermetización

La hermetización implica mantener un "sistema sellado" del ciclo de refrigerante en la refrigeración. Un sistema sellado es un sistema de refrigeración en el cual todas las piezas que contienen refrigerante se unen a tope mediante soldadura común o fuerte, o mediante un sistema de conexión permanente similar.

OFFP (protección contra sobrellenado)

La protección contra sobrellenado es un dispositivo (interruptor) que se instala en unidades de recuperación de refrigerante y cilindros de recuperación, y está pensado para servir como una característica de seguridad durante la transferencia de refrigerantes y el almacenamiento de éstos en cilindros. En la mayoría de las máquinas, estos interruptores simplemente apagan la máquina de recuperación. Los dispositivos de OFFP no proporcionan una característica de "solución directa" para las máquinas de recuperación. Cualquier transferencia de refrigerantes hacia sistemas o cilindros especiales debe ser monitorizada por un técnico que debe medir el peso del refrigerante. Debido a circunstancias específicas, pueden existir riesgos en las siguientes situaciones:

1. Durante procedimientos de presión y tracción, una vez iniciado un sifón, el apagado de la máquina de recuperación no evita el sobrellenado del cilindro de recuperación.
2. Cuando se utiliza un cilindro con una gran cantidad de refrigerante frío y se realiza una recuperación desde un sistema a mayor temperatura, el apagado de la máquina de recuperación no evita que el refrigerante se desplace hacia el punto más frío (en este caso el cilindro de recuperación), con lo cual se produce el sobrellenado del tanque aun cuando la máquina se encuentra apagada.

PAO (potencial de agotamiento del ozono)

Es un valor relativo que indica el potencial de destrucción del gas ozono (y, en consecuencia, de daño de la capa de ozono de la tierra) de una sustancia en comparación con una masa similar de clorofluorocarbono-11 (CFC-11), al cual se asigna un valor de referencia de 1. De esta manera, por ejemplo, una sustancia con un valor de PAO 2 es dos veces más perjudicial que el CFC-11.

Potencial de calentamiento global

El potencial de calentamiento global (PCG) es una indicación de la medida en que una masa de gas de efecto invernadero puede contribuir al calentamiento global. Es una escala relativa en la que se comparan la contribución al calentamiento global del gas en cuestión y de una masa idéntica de dióxido de carbono (cuyo PCG es "1" por definición) en un horizonte cronológico definido. Por ejemplo, el metano contribuye en forma significativa al efecto invernadero y su PCG es 21 (horizonte cronológico de 100 años). Esto significa que el metano absorbe aproximadamente 21 veces más calor que el dióxido de carbono por unidad de peso.

Prensado

El prensado es un método para producir conexiones de metal con metal herméticamente selladas mediante conectores, herramientas y adaptadores específicos.

Protocolo de Montreal

El "Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono", tratado internacional, tuvo lugar en 1987, luego de que la ciencia descubriera que ciertas sustancias producidas por el hombre, como los CFC, contribuían al agotamiento de la capa de ozono. La capa de ozono protege la vida que se desarrolla debajo de ella contra la perniciosa radiación UV. Hasta el presente ha sido ratificado por todos los países del mundo (noviembre de 2009, ratificación mundial). El objetivo del Protocolo es proteger la capa de ozono, y por ello regula la eliminación sucesiva de sustancias que pudieran dañarla, restringiendo la producción, la importación y la utilización de dichas sustancias de acuerdo con un cronograma específico. La eliminación de SAO permitirá que la capa de ozono se repare a sí misma.

Reciclaje

Es el proceso de reducción de los contaminantes de los refrigerantes utilizados mediante la separación del aceite, la eliminación de no condensables y la aplicación de dispositivos como filtros, secadores o filtros secadores para reducir la humedad, la acidez y las partículas. El propósito del reciclaje es reutilizar el refrigerante recuperado a través de un proceso básico de limpieza, como el filtrado y el secado.

Recuperación

La recuperación implica la eliminación de un refrigerante de un sistema de refrigeración en cualquier condición, y su almacenamiento en un contenedor externo.

Refrigerante

Fluido que se utiliza en un sistema de refrigeración para la transferencia de calor. Absorbe el calor a temperaturas y presiones bajas, y lo repele a temperaturas y presiones altas; esto involucra normalmente cambios de estado del fluido.

Refrigerantes naturales

Los refrigerantes naturales son sustancias que provienen de la naturaleza, como los hidrocarburos (por ej., el propano y isobutano), el dióxido de carbono y el amoníaco. Estas sustancias se pueden utilizar (entre otras) como refrigerantes en varios tipos de sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Estos refrigerantes tienen como características principales no contribuir al agotamiento de la capa de ozono y exhibir un impacto insignificante o nulo en el calentamiento global.

Reprocesamiento

El reprocesamiento se aplica a refrigerantes utilizados mediante mecanismos como el filtrado, el secado, la destilación y el tratamiento químico con especificaciones de productos nuevas. Obsérvese que el análisis químico del refrigerante determina si se ha cumplido con las especificaciones correspondientes. La identificación de contaminantes y los análisis químicos requeridos se especifican en estándares nacionales e internacionales de especificaciones de productos nuevos.

SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices)

La SAE es una organización internacional sin fines de lucro con más de 90.000 miembros (ingenieros, estudiantes, ejecutivos comerciales, educadores, etc.) de todo el mundo, quienes comparten información e intercambian ideas para mejorar la ingeniería de los sistemas de movilidad.

SAO (sustancias que agotan la capa de ozono)

Estas sustancias dañan la capa de ozono de la atmósfera superior. Se utilizan ampliamente en refrigeradores, acondicionadores de aire, extrusiones de espuma, extintores de incendios, sistemas de limpieza en seco o industrial, equipos electrónicos, y como solventes para limpieza y fumigantes agrícolas. Se encuentran definidas en el Apéndice A del Protocolo de Montreal. Entre las sustancias que agotan la capa de ozono se incluyen las siguientes:

- Clorofluorocarbono (CFC)
- Halón
- Tetracloruro de carbono, metilcloroformo
- Hidrobromofluorocarbonos (HBFC)
- Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)
- Mezclas de refrigerantes que contienen HCFC
- Bromuro de metilo
- Bromoclorometano (BCM)

Soldadura fuerte

La soldadura fuerte es el proceso en el cual un metal o una aleación de relleno se calientan hasta una temperatura de fusión superior a 450 °C (840 °F) y se distribuyen entre dos o más piezas de unión a tope por acción capilar. A temperatura de estado líquido, el metal de relleno fundido y el fundente interactúan con una capa delgada del metal base y forman, al enfriarse, una unión resistente y sellada. Para obtener las mayores resistencias en uniones de soldadura fuerte, las piezas se deben unir a tope y los metales base deben estar excepcionalmente limpias y libres de óxido.

Unión de soldadura fuerte: unión obtenida al juntar dos piezas de metal con aleaciones que se funden a temperaturas generalmente superiores a 450 °C e inferiores a las temperaturas de fusión de las piezas que se unen.

TÜV (Technischer Überwachungs-Verein)

La TÜV es una organización alemana de prueba y certificación. Sus servicios comprenden consultorías, pruebas, certificaciones y capacitaciones, principalmente dentro del campo de la ingeniería.

Unión abocinada

Mientras que la soldadura fuerte es un proceso de unión térmica, las uniones abocinadas proporcionan una conexión mecánica entre tubos y accesorios de cobre. Se trata de una unión por compresión de metal con metal para la cual se realiza una expansión cónica en el extremo del tubo. Se trata de una junta mecánica, y está por ello sujeta a pérdidas.

Siglas y abreviaturas

AA	Aire acondicionado	NE	Norma europea
AAP	Aire acondicionado portátil	NPT	Rosca americana cónica para tubos
AP	Alta presión	OPF	Protección contra sobrellenado
BCM	Bromoclorometano	PAG	Polialquilenglicol
BP	Baja presión	PAO	Potencial de agotamiento del ozono
CA	Corriente alterna	PCG	Potencial de calentamiento global
CC	Corriente continua	PCM	Pies cúbicos por minuto
CFC	Clorofluorocarbono	POE	Polyol éster
CO₂	Dióxido de carbono	RAA	Refrigeración y aire acondicionado
CP	Cobre-fósforo	RRRE	Recuperación, reciclaje, Reprocesamiento y evacuación
CPR	Regulador de presión constante	RyR	Recuperación y reciclaje
CPV	Cloruro de polivinilo	SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices
DE	Diámetro exterior	SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono
DOT	Departamento de Transporte (EE.UU.)	SENAI	Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial de Brasil
EE. UU.	Estados Unidos	TÜV	Technischer Überwachungs-Verein (organización alemana de prueba y certificación)
FML	Fondo Multilateral (del Protocolo de Montreal)	UE	Unión Europea
GNC	Gas no condensable	UNF	Rosca de paso fino unificado
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH	UV	Ultravioleta
HBFC	Hidrobromofluorocarbono	VET	Válvula de expansión termostática
HC	Hidrocarburo		
HCFC	Hidroclorofluorocarbono		
HFC	Hidrofluorocarbono		
HT	Herramientas para tubos		
IM	Instrumentos de medición		
JPA	Juego de prueba de adaptación		
MCR	Manipulación y contención del refrigerante		
MMA	Ministerio del Medio Ambiente de Brasil		

Índice

-----A-----

- AA, ver Aire acondicionado
- AAP, ver Aire acondicionado portátil
- Abocinada 8, 15, 19, 22, 23, 26, 63, 71, 92, 93, 94
 - Tuerca ~ 66, 67, 74, 92, 93, 94, 120
- Abocinamiento 1, 11, 53, 67, 68, 90, 63, 91, 92, 93, 94
- AC, ver Corriente alterna
- Aceite 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 58, 93, 109, 130, 135, 137, 138, 139, 140, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 164, 167, 174
 - Cambio de ~ 154, 155, 156, 174
 - Procedimiento de purga de ~ 149
 - Proceso de llenado de ~ 157
 - Prueba de ~ 28, 29, 138, 139
 - Separador de ~ 33, 140
- Acetileno 13
- Ácido 29, 130, 139, 140, 141
- Acoplador 9, 23, 26, 34, 51, 103, 116, 118, 128, 142
- Acoplamiento 59, 122, 123
- Adaptación 1, 30, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 158, 159, 174
 - Juego de prueba de ~ (JPA) 30
- Agente de soplado 2
- Agente refrigerante, ver Refrigerante
- Aire acondicionado (AA) 1, 2, 3, 18, 32, 33, 43, 49, 50, 53, 81, 82, 102, 121, 142, 148, 151, 152, 164, 170, 172
 - Aire acondicionado portátil (AAP) 26, 34, 121, 140, 142
- Aluminio 5, 7, 19, 104, 121, 122, 125
- Amoníaco 1, 172
- Anemómetro 49
- Anillo de retención 123, 127, 128
- Antorcha 13, 85, 86, 100, 102
- Atmósfera 2, 85, 110, 117, 132, 172

-----B-----

- Báscula/escala 18, 38, 72, 73, 81, 85, 118, 134, 144, 171
 - Báscula de carga 25, 38, 39, 46, 104
 - Báscula para medir pesos 134, 157
 - Escala de presión 18, 21
- BCM, ver Bromoclorometano
- Bomba 19, 31, 36, 37, 38, 41, 43, 61, 71, 72, 110, 111, 112, 114, 117, 118, 135, 137, 144, 145, 146, 147, 154, 156, 157, 170
- Brasil 1
- Bromoclorometano (BCM) 172
- Bromuro de metilo 172

-----C-----

- Calentamiento 82, 86
 - Cinturón de ~ 28
 - Dispositivo de ~ 34
- Calentamiento global 104, 171, 172
- Calor 81, 86, 87, 88, 96, 102, 105, 106, 107, 171, 174
 - Intercambiador de ~ 148, 150
 - Transferencia de ~ 95, 96, 106, 174
- Capacitor 49, 61
- Carga 19, 24, 25, 34, 38, 39, 40, 41, 46, 51, 72, 73, 74, 98, 102, 103, 108, 117, 118, 119, 120, 142, 143, 150, 152, 153, 170
 - Báscula de ~ 25, 38, 39, 46, 72, 104
- Cárter 153, 154, 156, 157
- CC, ver Corriente continua
- CFC, ver Clorofluorocarbono
- Cilindro 15, 16, 19, 25, 27, 32, 34, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 70, 72, 73, 101, 103, 104, 110, 115, 116, 118, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 144, 145, 152, 170, 173
- Cloro 149
- Clorofluorocarbono (CFC) 1, 2, 32, 35, 36, 40, 44, 63, 104, 132, 136, 148, 149, 151, 152, 153, 160, 172
- Cloruro de polivinilo (CPV) 40
- CO₂, ver Dióxido de carbono
- Cobre 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 55, 56, 57, 59, 67, 68, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 102, 122, 154, 156, 170, 171
 - Fósforo (CP) 81
- Compresor 40, 41, 48, 51, 58, 60, 61, 69, 72, 73, 76, 81, 95, 98, 100, 101, 104, 106, 108, 109, 114, 115, 117, 119, 128, 135, 136, 138, 139, 140, 142, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158
- Cono de compresión 92
- Condensación 76
 - Temperatura de ~ 151
 - Unidad de ~ 58, 62, 65, 151
- Condensador 32, 60, 61, 76, 95, 96, 99, 100, 101, 106, 114, 115, 140, 151, 158
- Conector 10, 25, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 173
- Congelador 47, 95, 96, 102, 106, 107, 117
- Contaminación 55, 69, 130, 138, 139, 141, 152
 - Juego de prueba de ~ 28
- Contaminante 28, 140, 170, 173, 174
- Contención 1, 18, 99, 129, 151, 170
- Control 41, 67, 153
 - Dispositivo de ~ 74, 120, 151
 - Tablero de ~ 35
- Conversión 150, 152, 171

CP, ver Cobre-fósforo
 CPR, ver Regulador de presión constante
 CPV, ver Cloruro de polivinilo
 Corriente alterna (CA) 50
 Corriente continua (DC) 50

-----D-----

Departamento de transporte (EE.UU.) (DOT) 27, 132
 Desarrollo sostenible 171
 Dióxido de carbono (CO₂) 1, 171, 172
 Dobladora 11, 77
 Doblamiento 53, 67, 68, 77, 78, 79, 80, 128, 170
 DOT, ver Departamento de Transporte (EE.UU.)
 Drenaje 33, 39, 154, 156

-----E-----

Elastómero 148
 Eliminación 1, 2, 148, 172, 173
 Encendedor 14, 85
 Enfriador 148
 Estados Unidos (EE. UU.) 27, 56, 57
 Éster metacrílico 124
 EE. UU., ver Estados Unidos
 Evacuación 1, 18, 32, 71, 72, 103, 112, 117, 118,
 142, 147, 149, 170
 Unidad de ~ 34, 38
 Evaporación 149, 151
 Evaporador 58, 59, 60, 61, 62, 65, 66, 69, 72, 74, 76,
 95, 96, 101, 106, 107, 115, 120, 151, 153, 158
 Extractor de rebabas 6, 83, 91

-----F-----

Filtro 37, 44, 58, 76, 100, 102, 115, 133, 134,
 140, 141, 174
 Secador de, 32, 33, 36, 58, 59, 60, 63, 67, 76,
 95, 99, 100, 101, 102, 106, 109, 110, 111,
 114, 115, 117, 119, 126, 142, 144, 145,
 148, 149, 150, 158, 174
 FML, ver Fondo multilateral del Protocolo de
 Montreal
 Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal (FML)
 171
 Fuga 8, 25, 41, 43, 55, 69, 70, 71, 74, 90, 95, 102,
 105, 106, 116, 117, 120, 128, 154, 156
 Detección/detector de ~ 3, 41, 42, 43, 74, 120
 Prueba de ~ 70, 71, 74, 105, 116, 117, 120, 142
 Funcionamiento 18, 30, 61, 69, 71, 73, 80, 170, 171
 Fundente 81, 87, 102, 170

-----G-----

Gas 16, 37, 39, 40, 69, 70, 71, 76, 81, 94, 103,
 104, 108, 109, 116, 129, 131, 140, 164, 170,
 171, 172

Presión de ~ 3
 Recuperación de ~ 99, 136
 Regulador de ~ 13

-----H-----

Halón 172
 HBFC, ver Hidrobromofluorocarbono
 HC, ver Hidrocarburo
 HCFC, ver Hidroclorofluorocarbono
 Hermetización 69, 171
 HFC, ver Hidrofluorocarbono
 Hidrobromofluorocarbono (HBFC) 172
 Hidrocarburo (HC) 1, 8, 20, 38, 39, 42, 44, 53,
 104, 105, 111, 118, 121, 163, 172
 Hidroclorofluorocarbono (HCFC) 1, 2, 40, 44, 45,
 63, 136, 148, 149, 160, 161, 172
 Hidrofluorocarbono (HFC) 1, 26, 35, 36, 38, 44,
 58, 62, 63, 104, 148, 149, 152, 153, 159, 160
 Humedad 55, 64, 69, 97, 108, 130, 139, 140,
 141, 170, 174

-----I-----

Indicador 18, 19, 20, 21, 33, 36, 38, 70, 71, 72,
 73, 74, 116, 117, 119, 120, 142, 144, 152
 Conexión de ~ 98, 108
 ~ de presión 18, 20, 21, 32, 34, 35, 38, 39, 51,
 70
 ~ de vacío 18, 20, 21, 37, 38, 45, 71, 72, 117,
 118, 119
 Inspección 10, 93
 Espejo de ~ 10, 102
 Instalación 25, 27, 55, 66, 68, 76, 143, 158, 170
 Interruptor 27, 61, 97, 107, 133, 134, 138, 150, 173
 ~ de presión 59, 61, 64, 67, 68, 73, 76, 153
 ~ maestro 59, 65, 68
 Invernadero 171
 Isobutano 42, 172

-----J-----

JPA, ver Juego de prueba de adaptación
 Junta 22, 25, 96, 107, 150

-----L-----

Latón 5, 7, 13, 14, 15, 18, 19, 59, 66, 87, 88, 121,
 122, 125, 126
 Limpiador 14
 Línea 27, 76, 135, 143, 146, 158, 170
 ~ de líquido 68, 69, 76, 158
 ~ de succión 66, 68, 69, 76, 80, 139, 157, 158
 ~ de ventilación 109, 110, 111, 112, 113, 114
 Líquido 25, 27, 30, 36, 39, 58, 59, 60, 68, 69, 72,
 73, 76, 117, 124, 127, 129, 130, 131, 133, 135,
 136, 137, 144, 151, 152, 153, 158, 170

Líquido anaeróbico 124, 127
 Lubricante 29, 30, 40, 76, 81, 101, 115, 138, 148,
 149, 151, 158, 159
 Carga de ~ 76, 158, 159

M

MCR, ver Manipulación y contención de refrigerante
 Metano 42, 171
 Metilcloroformo 172
 Mezcla 44, 152, 153, 161, 162, 163, 172
 Ministerio del Medio Ambiente de Brasil (MMA) 1
 Mirilla 19, 20, 33, 37, 58, 59, 60, 64, 67, 153, 156
 MMA, ver Ministerio del Medio Ambiente de Brasil
 Motor 61, 109, 148
 Múltiple 19, 73, 118, 147, 152, 170
 Juego de manómetro ~ 33, 20, 70, 72, 38, 116,
 144,
 Manómetro ~ de servicio 18, 19, 20, 21

N

Nitrógeno 15, 51, 70, 71, 81, 82, 85, 89, 101,
 103, 105, 110, 112, 115, 116, 117, 128, 150,
 153, 154
 Flujo de ~ 85, 87, 101, 115
 Proceso de soplado con ~ 113
 Suministro de ~ 115, 116, 155
 Núcleo 8, 24, 59, 66, 146, 147
 Depresor de ~ 22, 23, 146, 147
 Extracción de ~ 23, 24

O

OFF, ver Protección contra sobrellenado
 Óxido 81, 85, 170
 Formación de ~ 85, 89
 Oxígeno 13, 70, 81, 129, 153
 Ozono 1, 2, 172
 Capa de ~ 2, 150, 172, 173
 Potencial de agotamiento del ~ (PAO) 172
 Sustancias que agotan la capa de ~ (SAO) 2,
 172, 173

P

PAG, ver Polialquilenglicol
 PAO, ver Potencial de agotamiento del ozono
 PCG, ver Potencial de calentamiento global
 Pérdida 102, 117, 152, 171
 Pinza 9, 11, 48, 92
 Pinza 119
 ~ de estrangulación 7, 119
 ~ pinche 8, 35, 98, 99, 100, 108, 109, 111, 112,
 135, 143, 146
 POE, ver Polyol éster
 Polialquilenglicol (PAG) 150

Polyol éster (POE) 29, 30, 149, 150
 Potencial de calentamiento global (PCG) 1, 171
 Prensado 53, 115, 119, 121, 127, 173
 Presión 3, 9, 18, 19, 20, 21, 26, 32, 33, 34, 35, 36,
 38, 39, 51, 55, 58, 59, 61, 63, 64, 67, 70, 71, 74,
 75, 76, 80, 85, 98, 99, 102, 103, 108, 112, 113,
 116, 117, 118, 120, 121, 124, 128, 130, 131,
 136, 137, 138, 142, 143, 146, 147, 153, 154,
 156, 158, 170, 174
 Control de ~ 67, 153
 Interruptor de ~ 61, 64, 67, 68, 73, 153
 Regulador de ~ 13, 15, 71, 101, 103, 104, 110,
 112, 115, 135, 140, 153
 Prueba de capacidad 41, 100, 114
 Puerto 23, 36, 69, 70, 72, 73, 102, 110, 111, 112,
 116, 137, 142, 144, 145, 146, 147, 157
 Probador 50, 51
 Propano 13, 42, 172
 Protección contra sobrecargas 61
 Protección contra sobrellenado (OFF) 27, 32, 34, 46,
 133, 134, 173
 Protocolo de Montreal 2, 160, 161, 171, 172, 173

R

RAA, ver Refrigeración y aire acondicionado
 Radiación 2, 172
 Reciclaje 1, 3, 32, 33, 34, 99, 129, 141, 142, 174
 Unidad de ~ 33, 140, 141
 Recuperación 1, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 99, 111,
 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 140,
 142, 143, 144, 145, 146, 147, 154, 173
 Unidad de ~ 19, 32, 33, 133, 134, 135, 136,
 137, 140, 144, 157, 170, 173
 Refrigeración 1, 3, 18, 30, 32, 33, 50, 55, 58, 62, 65,
 81, 104, 121, 124, 143, 148, 164, 170, 171, 174
 Ciclo de ~ 69, 104
 Sector de ~ 1, 2, 82
 Sistema de ~ 1, 3, 30, 32, 41, 43, 45, 46, 53, 55,
 58, 60, 65, 66, 69, 70, 71, 72, 81, 95, 112,
 136, 138, 140, 145, 150, 151, 152, 153, 158,
 170, 171, 172, 173
 Refrigeración y aire acondicionado (RAA) 1, 2, 3, 32,
 33, 53, 81, 82, 148, 150, 151, 164, 170, 172
 Refrigerador 47, 95, 96, 102, 106, 107, 117, 143,
 144, 172
 Refrigerante 1, 2, 3, 8, 9, 18, 20, 22, 24, 25, 27, 28,
 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45,
 46, 51, 53, 55, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 72, 73,
 74, 76, 81, 85, 95, 98, 99, 104, 105, 106, 108,
 109, 110, 111, 118, 119, 121, 129, 130, 131,
 132, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 143,
 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152,
 153, 154, 158, 159, 160, 163, 164, 167, 170,

172, 173, 174
 Carga de ~ 76, 102, 136, 142, 158, 159
 Ciclo de ~ 43, 95, 97, 98, 99, 102, 103, 106,
 108, 114, 116, 118, 143, 171
 Emisión 22, 23
 Flujo de ~ 19, 20, 60, 105, 135, 141
 Manipulación y contención de ~ (MCR) 1, 18
 ~ natural 1, 172
 Transferencia de ~ 18, 22, 36, 173
 Regulador de presión constante (CPR) 140
 Reprocesamiento 1, 32, 173
 Rosca de paso fino unificado (UNF) 59

S

SAE, ver Sociedad de Ingenieros Automotrices
 SAO, ver Sustancias que agotan la capa de ozono
 Seguridad 16, 27, 51, 74, 77, 82, 90, 100, 104,
 105, 124, 129, 130, 134, 138, 163, 164, 166,
 168, 169, 173
 SENAI, ver Servicio Nacional de Aprendizaje
 Industrial de Brasil 1
 Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial de Brasil
 (SENAI) 1
 Sifón 138, 173
 Sistema 1, 3, 10, 18, 25, 30, 32, 41, 43, 45, 46,
 49, 53, 55, 58, 60, 62, 65, 69, 70, 71, 72, 73,
 74, 80, 81, 85, 90, 95, 97, 99, 101, 102, 103,
 104, 105, 108, 110, 112, 115, 116, 117, 118,
 119, 120, 121, 128, 132, 135, 136, 137, 138,
 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148,
 149, 150, 151, 152, 153, 154, 156, 158, 159,
 170, 171, 172, 173, 174
 Ciclo de ~ 95, 97, 98, 106, 108
 Falla de ~ 149, 151
 Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) 8, 15,
 19, 22, 23, 25, 31, 36, 40, 59, 63, 64, 146, 174
 Soldadura 81, 90, 167, 171
 Soldadura convencional 8, 15, 86, 89, 102
 Soldadura fuerte 1, 10, 13, 14, 15, 53, 63, 67, 68,
 81, 82, 121, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 100,
 102, 105, 167, 170, 171
 Soplete 13
 Sonda 41, 42, 47

T

Technischer Überwachungs-Verein
 (TÜV, organización alemana de prueba y
 certificación) 132, 174
 Temperatura 3, 18, 28, 35, 39, 49, 58, 64, 66, 74, 75,
 81, 88, 95, 96, 97, 98, 102, 106, 107, 108, 120,
 121, 130, 138, 149, 151, 158, 170, 173, 174
 Termómetro 38, 39, 47, 49, 96, 97, 107
 Termostato 28, 58, 61, 64, 68, 97, 107

Tetracloruro de carbono 172
 Tornillo de calibración 18, 21
 Tubo 10, 35, 39, 55, 56, 58, 59, 60, 68, 74, 80, 81,
 84, 93, 98, 101, 115, 117, 119, 120
 Tubería 53, 55, 58, 68, 85, 90, 151
 Tubo 5, 7, 8, 9, 11, 12, 27, 55, 67, 68, 77, 78, 79,
 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 94,
 98, 99, 100, 108, 114, 115, 117, 121, 122,
 123, 124, 125, 126, 127, 128, 143, 154, 156,
 170, 171
 ~ capilar 5, 10, 58, 60, 64, 66, 99, 101, 102,
 104, 114, 115
 Conexión de ~ 10, 121, 122, 123, 124, 127,
 173
 Cortador de ~ 5, 99, 114
 ~ de proceso 98, 101, 102, 108, 117, 119,
 143, 144, 145, 156
 TÜV, ver Technischer Überwachungs-Verein
 (Organización alemana de prueba y certifica-
 ción)

U

Ultravioleta (UV) 2, 43, 172
 UNF, ver Rosca de paso fino unificado
 UV, ver Ultravioleta

V

Vacío 18, 19, 20, 21, 22, 37, 38, 41, 45, 71, 72,
 109, 110, 111, 112, 114, 117, 118, 119, 124,
 144, 146, 147, 156, 157, 170
 Válvula 8, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 32,
 33, 37, 39, 40, 42, 59, 66, 101, 110, 112, 115,
 116, 117, 118, 119, 131, 135, 137, 140, 143,
 146, 147, 152, 156, 157
 ~ de bola 22, 36, 146, 147
 ~ de cierre 60, 138, 154, 156
 ~ de expansión 58, 59, 60, 63, 66, 90, 140,
 148
 ~ de seguridad 16, 27, 51
 ~ de servicio 8, 26, 74, 102, 120, 135, 142,
 143
 ~ de solenoide 37, 58, 59, 60, 61, 63, 67
 ~ Schrader 8, 24, 102
 Válvula de expansión termostática (VET) 60, 63,
 140
 Ventilador 32, 62
 VET, ver Válvula de expansión termostática
 Voltaje 48, 50, 62, 76, 129, 158

El manual BUENAS PRÁCTICAS DE REFRIGERACIÓN es la segunda edición de un libro publicado en forma conjunta por el programa PROKLIMA de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, y por el Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI) y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) de Brasil, en 2004.

Este manual se ha actualizado para proporcionar orientación profesional acerca de cómo realizar el servicio y el mantenimiento de sistemas de refrigeración que funcionan con nuevas tecnologías (por ej., refrigerantes inocuos para el ozono y el clima, como alternativa a los CFC y los HCFC).

En él se trata el “saber hacer” esencial relacionado con la contención de refrigerantes a base de HFC con alto potencial de calentamiento global (PCG), y se proporciona información acerca de la utilización segura de refrigerantes naturales inocuos para el medio ambiente, como el CO₂, el amoníaco o los hidrocarburos.

Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Programa Proklima

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5

65760 Eschborn, Alemania

T +49 61 96 79-10 22

F +49 61 96 79-80 10 22

E proklima@giz.de

I www.giz.de/proklima