



Freon™ MO99

Refrigerante (R-438A)

Pautas de reacondicionamiento

Introducción

El refrigerante Freon™ MO99 ha demostrado ser un refrigerante de reacondicionamiento confiable, rentable y que no afecta la capa de ozono. En muchos casos, los sistemas que se convierten a este refrigerante operan con el mismo aceite mineral o lubricante de alquibenceno que se utilizaba con el refrigerante de clorofluorocarbono (CFC) o hidrofluorocarbono (HCFC) anterior. El refrigerante Freon™ MO99 ha demostrado brindar un rendimiento del sistema similar al funcionamiento con el refrigerante anterior. Mediante el uso de estas pautas de reacondicionamiento, el aire acondicionado (air conditioning, AC) de expansión directa (direct expansion DX) residencial y comercial y los sistemas de refrigeración de temperatura media y baja que contengan R-22 podrán convertirse a Freon™ MO99 de manera sencilla y económica. Esto permite que el equipo existente continúe funcionando de manera segura y efectiva por el resto de su vida útil.

Opción de reacondicionamiento para sistemas de expansión directa R-22 en aires acondicionados residenciales y comerciales, enfriadores de expansión directa y refrigeración de temperatura media y baja

Freon™ MO99 es un refrigerante de HFC que no afecta la capa de ozono, diseñado para reemplazar el R-22 en sistemas de AC de DX residenciales y comerciales y en sistemas de refrigeración de temperatura media y baja. Freon™ MO99 es compatible con los lubricantes tradicionales y nuevos; en la mayoría de los casos, no se requiere un cambio en el tipo de lubricante durante el reacondicionamiento.

El retorno de aceite está determinado por un número de condiciones operativas y de diseño; en algunos sistemas complejos, es posible que sea necesario agregar un lubricante polioléster (POE). Es posible que se requieran modificaciones menores en el equipo (p. ej., reemplazo de sellos) o ajustes en el dispositivo de expansión en algunas aplicaciones.

La experiencia en el campo ha demostrado que Freon™ MO99 brinda un rendimiento que cumple con los requisitos del cliente en la mayoría de los sistemas debidamente reacondicionados. Freon™ MO99 brinda capacidad de enfriamiento y eficiencia energética similares al R-22 en la mayoría de los sistemas, a la vez que funciona a una menor temperatura de descarga del compresor. El rendimiento real depende del diseño y las condiciones de funcionamiento del sistema.

El mantenimiento de los sistemas que utilizan Freon™ MO99 es sencillo. Freon™ MO99 puede completarse durante el mantenimiento, sin necesidad de retirar la carga completa de refrigerante. La causa de cualquier pérdida de refrigerante debe investigarse y corregirse lo antes posible.

Nota: cuando realice el mantenimiento de los sistemas con carga crítica, debe retirarse la carga completa del refrigerante. Esta es la misma práctica recomendada para el R-22.

En general, no se recomienda el uso del refrigerante Freon™ MO99 en sistemas de compresor centrífugo o enfriadores con evaporadores inundados. Para obtener orientación específica del sistema para trabajar con mezclas de HFC en operaciones "parcialmente inundadas" con recipientes de baja presión, comuníquese con Chemours o consulte con el fabricante de equipos originales (Original Equipment Manufacturer, OEM).

Pasos sencillos para el reacondicionamiento

A continuación se encuentra un resumen de los pasos básicos de reacondicionamiento para Freon™ MO99. (El análisis detallado de cada paso se proporciona en este boletín informativo).

1. Establecer el rendimiento de referencia con el refrigerante existente (consulte la lista de verificación de reacondicionamiento).
2. Retirar el refrigerante existente (R-22 u otros) del sistema a un cilindro de recuperación. Pesar la cantidad retirada.



Chemours™

3. Reemplazar el filtro secador y los sellos elastoméricos/juntas esenciales.*
4. Evacuar el sistema y revisar si tiene fugas.
5. Cargar con Freon™ MO99.
 - Retirar como líquido solo del cilindro de carga.
 - La cantidad de carga inicial debe ser de alrededor un 85 % de la carga estándar para el R-22. La cantidad de carga final variará según el sistema, pero será aproximadamente el mismo peso que con el R-22.

*Los sellos esenciales son aquellos difíciles de aislar y/o mantener mientras se encuentran en funcionamiento o requieren la eliminación de la totalidad de la carga de refrigerante, es decir, el medidor del nivel del receptor de líquido, a fin de reemplazarlos.

6. Encender el sistema, controlar y ajustar la válvula de expansión termostática (Thermostatic Expansion Valve, TXV) y/o el tamaño de la carga para alcanzar un sobrecalentamiento óptimo.
7. Controlar los niveles de aceite en el compresor. Agregar aceite según se requiera para mantener los niveles adecuados.
8. Etiquetar el sistema con el refrigerante y lubricante utilizados..

Información importante de seguridad

Al igual que los refrigerantes de CFC y HCFC, los refrigerantes Freon™ son seguros cuando se manipulan debidamente. Sin embargo, cualquier refrigerante puede causar lesiones o incluso la muerte si se manipula indebidamente. Revise las siguientes pautas y consulte la hoja de datos de seguridad (Safety Data Sheet, SDS) del producto, incluidas las recomendaciones de equipos de protección personal adecuados, antes de utilizar cualquier refrigerante. Como mínimo, se debe utilizar la protección apropiada para manos (guantes) y ojos (gafas de seguridad).

- No trabaje con altas concentraciones de vapores de refrigerantes. Siempre mantenga la ventilación adecuada en el área de trabajo. No inhale los vapores. No inhale vapores de lubricantes de los sistemas con fugas. Ventile bien el área después de cualquier fuga y antes de intentar reparar el equipo.
- No utilice detectores de fugas portátiles para verificar si el aire se puede respirar en espacios de trabajo cerrados. Estos detectores no están diseñados para determinar si el aire es seguro para respirar. Utilice monitores de oxígeno para asegurar que esté disponible la cantidad de oxígeno adecuada para mantenerse con vida.

- No utilice llamas o antorchas de haluro para detectar fugas. Las llamas abiertas (p. ej., antorchas de soldadura o de detección de haluro) pueden emanar grandes cantidades de componentes ácidos en presencia de todos los refrigerantes, y estos componentes pueden ser peligrosos. Las antorchas de haluro no son efectivas para detectar fugas de refrigerantes de HFC; detectan la presencia de cloro, que no se encuentra presente en Freon™ MO99 y, como consecuencia, estos detectores no percibirán la presencia de este refrigerante. Utilice un detector electrónico de fugas diseñado para encontrar los refrigerantes que esté utilizando.

Si detecta un cambio visible en el tamaño o el color de una llama al utilizar antorchas de soldadura para reparar equipos, suspenda el trabajo de inmediato y abandone el área. Ventile bien el área de trabajo y detenga cualquier fuga de refrigerante antes de reanudar el trabajo. Estos efectos de la llama pueden indicar concentraciones de refrigerantes muy altas y seguir trabajando sin la ventilación adecuada puede conducir a una lesión o la muerte.

Nota: cualquier refrigerante puede ser peligroso si se utiliza de forma indebida. Los peligros incluyen líquido o vapor bajo presión y congelación debido a la fuga del líquido.

La sobreexposición a altas concentraciones de vapor refrigerante puede causar asfixia o un paro cardíaco. Lea toda la información de seguridad antes de manipular cualquier refrigerante.

Consulte la SDS de Freon™ MO99 para obtener más información específica sobre seguridad. Además, el boletín de seguridad AS-1 de Chemours brinda información adicional para la manipulación segura de los refrigerantes..

Inflamabilidad

Freon™ MO99 no es inflamable en el aire en condiciones normales y posee una clasificación de seguridad A1 de la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, ASHRAE) (no inflamable y de baja toxicidad). Sin embargo, al mezclarse con altas concentraciones de aire u oxígeno bajo presión elevada, este producto, al igual que otros refrigerantes de HFC con clasificación A1, puede volverse combustible en presencia de una fuente de ignición. Este producto no debe mezclarse con aire para verificar fugas en el sistema.

Información sobre el filtro secador y el sello elastomérico

Filtro secador

Cambie el filtro secador durante el reacondicionamiento. Esta es una práctica rutinaria de mantenimiento del sistema, luego de que el sistema haya estado en contacto con el aire. Existen dos tipos de filtros secadores comúnmente utilizados: de centro sólido y de relleno suelto. Reemplace el secador con el mismo tipo que el utilizado actualmente en el sistema. La etiqueta del secador mostrará los refrigerantes que pueden utilizarse con dicho secador. Seleccione un secador especificado para trabajar con refrigerantes de HFC. (Muchos secadores vendidos en la actualidad son "universales", funcionarán con la mayoría de los refrigerantes de fluorocarbono). Consulte a su distribuidor de Chemours sobre el secador correcto que debe utilizar en su sistema.

Sellos elastoméricos

El R-22 y, en menor medida, las mezclas de refrigerantes que contienen R-22, interactúan de forma relativamente fuerte con muchos elastómeros, lo que causa una inflamación significativa y a menudo, con el paso del tiempo, un aumento medible en la dureza. Freon™ MO99, al igual que otros refrigerantes de HFC, no posee un efecto tan fuerte sobre los elastómeros comúnmente utilizados como sellos en los sistemas de refrigeración. Como resultado, al realizar un reacondicionamiento de R-22 como alternativa al HFC, es posible que se produzcan fugas en los sellos elastoméricos que antes hayan estado expuestos al refrigerante R-22. Este no es un problema atribuible específicamente al uso de Freon™ MO99. Tales fugas en los sellos han sido informadas al reemplazar el R-22 por otros refrigerantes de HFC, como R-407C o R-404A. Los componentes que por lo general resultan afectados son los sellos principales Schrader, las juntas del recibidor del nivel de líquido, las válvulas solenoides, las válvulas de bola, los sellos de bridas y algunos sellos de ejes en compresores con motor externo. Las fugas no se producen en todos los sistemas reacondicionados, y en la práctica, es difícil predecir si se producirán tales fugas. (Como regla general: mientras más antiguo sea el sistema, mayor probabilidad tendrá de observar fugas luego de un reacondicionamiento).

Como consecuencia, se recomienda cambiar los sellos elastoméricos y las juntas como una cuestión de rutina durante un reacondicionamiento, en especial cualquier sello esencial del sistema (aquellos que requieren la eliminación

de la carga de refrigerante para permitir el reemplazo del sello, p. ej., recibidor de líquido, lado de alta presión del refrigerante, etc.). Además, se recomienda tener sellos de repuesto disponibles para otros componentes durante el reinicio del sistema. Se puede utilizar el mismo tipo de sello; solo debe ser uno nuevo que no se haya encontrado en mantenimiento con R-22 anteriormente. Un riguroso régimen de verificación de fugas antes y después del reacondicionamiento minimizará toda pérdida de refrigerante. Obviamente, cualquier sello que tenga fugas antes del reacondicionamiento debe ser reemplazado durante dicho procedimiento..

Información general sobre el reacondicionamiento

Modificaciones del sistema

La composición del refrigerante Freon™ MO99 ha sido diseñada para proporcionar un rendimiento comparable con el del R-22, tanto en términos de capacidad como de eficiencia energética. Como resultado, se anticipan modificaciones mínimas en el sistema durante el reacondicionamiento.

El reacondicionamiento de sistemas de R-22 con otros refrigerantes alternativos que no afectan la capa de ozono, como R-407A o R-407C, requerirán múltiples cambios de aceite y posiblemente modificaciones más amplias en el equipo existente. En el caso de algunos sistemas, el costo de conversión puede ser alto. Freon™ MO99 proporciona al contratista del servicio y al propietario del equipo una forma rentable de reacondicionar un sistema existente sin cambios de aceite.

Nota: Freon™ MO99 no debe mezclarse con otros refrigerantes o aditivos que no hayan sido claramente especificados por Chemours o el fabricante del equipo del sistema. Mezclar este refrigerante con otros de CFC o HCFC, o mezclar dos refrigerantes alternativos diferentes, puede causar un efecto adverso en el rendimiento del sistema. No se recomienda "llenar hasta el borde" un refrigerante de CFC o HCFC con cualquier refrigerante Freon™.

Manejo de lubricantes y aceite del sistema

La selección del lubricante se basa en muchos factores, incluidas las características de desgaste del compresor, la compatibilidad del material y la solubilidad del lubricante/ refrigerante (los cuales pueden afectar el retorno de aceite al compresor). Freon™ MO99 es compatible con los lubricantes tradicionales y nuevos.

La experiencia en el campo ha demostrado que Freon™ MO99 funcionará de forma exitosa con el aceite mineral (o alquilbenceno) existente en la mayoría de los sistemas. En algunos sistemas de R-22 que tienen un mal diseño, mantenimiento o funcionamiento, o en sistemas split con tuberías complejas o disposiciones de componentes en las cuales el evaporador esté posicionado mucho más abajo que la unidad de condensación, es posible que el aceite no regrese de forma consistente al compresor. Si existen problemas con el retorno de aceite en el funcionamiento del R-22, se recomienda que se tomen medidas correctivas antes de la conversión a Freon™ MO99.

Cuando las mirillas de nivel de aceite estén presentes en el compresor, los niveles de aceite deben controlarse durante el funcionamiento inicial con Freon™ MO99. Si el nivel de aceite cae por debajo del mínimo permitido, rellene el aceite hasta el nivel mínimo con el tipo de aceite existente. No llene hasta el máximo, ya que el nivel puede elevarse otra vez.

En caso de que el nivel de aceite disminuya de forma continua, o sufra grandes oscilaciones durante un ciclo operativo, se ha demostrado que la adición de lubricante POE es efectiva para la restauración de las velocidades adecuadas del retorno de aceite. Debe agregarse lubricante POE (aproximadamente el 20 % de la carga total de aceite). Esto puede estar acompañado, si es necesario, por otros pequeños aumentos de POE, hasta que el nivel de aceite vuelva a la normalidad.

Al agregar aceite POE al sistema, es importante asegurarse de que el nivel de aceite (inmediatamente después de la adición) se mantenga por debajo del nivel de aceite del punto medio del sistema (p. ej., mirilla a la mitad). En la mayoría de los casos, el proceso de recuperación del R-22 al comienzo del reacondicionamiento también elimina parte del lubricante existente del sistema. Como resultado, debe haber espacio suficiente para agregar POE, si se considera necesario. Si existe alguna inquietud sobre el llenado excesivo del sumidero de aceite, parte del aceite mineral o alquilbenceno existente puede drenarse antes de la adición equivalente de POE.

Sistemas con recipientes de líquido

Al convertir un sistema de refrigeración o AC con un recipiente de líquido de R-22 a MO99, existe la posibilidad de atrapar aceite en el recipiente debido a la formación de una capa separada, si la velocidad de descarga de aceite del compresor es alta, por ejemplo, cuando no existe un

sistema separador de aceite. Debido a que es imposible conocer en un momento específico cuál es la velocidad de descarga de aceite de cualquier compresor, y a que puede cambiar con el paso del tiempo, se recomienda realizar una adición de un poco de POE (aproximadamente el 20 % de la carga total de aceite) para sistemas con recipientes de líquido y sin separadores de aceite, durante la conversión. La adición del POE correspondiente al sistema ayudará a mantener la solubilidad adecuada del aceite en el recipiente en caso de que se produzca una descarga alta de aceite desde el compresor. No es necesario realizar múltiples descargas del sistema o eliminar todo el aceite mineral o alquilbenceno durante la conversión a MO99.

Los sistemas que poseen separadores de aceite, como las góndolas paralelas de los supermercados, al ser convertidos a MO99, por lo general han mantenido velocidades más bajas de circulación de aceite y no han requerido la adición de POE para mantener la solubilidad en recipientes de líquido.

Tubería superficial mejorada

En sistemas que contienen superficies de tubos mejoradas en intercambiadores de calor, las grandes cantidades de aceite en circulación posiblemente puedan inhibir la transferencia de calor y causar un impacto negativo en el rendimiento del sistema. Si se sospecha o se sabe que un sistema específico con tubos de transferencia de calor mejorados tiene velocidades altas de circulación de aceite, una carga parcial (aproximadamente el 20 %) de POE en el aceite mineral existente proporcionará un aumento en la solubilidad del lubricante en el refrigerante.

Migración del refrigerante y miscibilidad del aceite

La migración del refrigerante, el movimiento del refrigerante (vapor y/o líquido) hacia el compresor durante ciclos de apagado, por lo general ocurre cuando el compresor se enfría más que el resto del sistema, lo que crea una fuerza motriz. Normalmente esto sucede durante el clima frío; sin embargo, la migración del refrigerante puede ocurrir bajo otras condiciones.

Los sistemas que operan con pares de aceites refrigerantes altamente miscibles (R-22/aceite mineral o R-404A/POE) pueden disolver una gran cantidad de refrigerante en el aceite del compresor, debido a la migración del refrigerante durante los ciclos de apagado. Una vez encendido, el refrigerante disuelto destellará rápidamente en el aceite, lo que generará espuma, una caída en la presión del aceite y reducción de la lubricidad.

Las inquietudes sobre los problemas de migración de la refrigeración se extienden también a los sistemas convertidos con combinaciones de refrigerante/aceite de miscibilidad limitada, como Freon™/aceite mineral; en estos casos, se debe a que existe la posibilidad de que se formen capas separadas de aceite y refrigerante en el compresor, dejando el refrigerante en el fondo. Esta posibilidad puede reducirse mediante el uso de calentadores de cárter que funcionen debidamente. Sin embargo, en compresores diseñados para lubricar los cojinetes mediante la extracción del aceite específicamente desde el fondo del sumidero, **como los compresores de espiral Trane® 3-D® y Danfoss SM**, la combinación de refrigerante/aceite utilizada debe ser altamente miscible como una medida de precaución adicional para evitar la posible formación de una capa de refrigerante en el fondo del sumidero de aceite del compresor. Debido a que el refrigerante Freon™ MO99 posee la más alta miscibilidad con lubricante POE, **en casos especiales se recomienda un solo cambio de aceite de mineral a lubricante POE aprobado por el OEM en el sumidero de aceite del compresor, para abordar las posibles inquietudes sobre la migración del refrigerante.** El impacto de la migración de refrigerante y las recomendaciones para la conversión de sistemas de R-22 a Freon™ MO99 pueden ser muy específicos para cada equipo. Consulte al OEM o comuníquese con Chemours si tiene preguntas específicas.

Sistemas de expansión directa con compresores de tornillo

El complejo sistema de manejo de aceite y lubricación asociado con los compresores de tornillo requiere consideración y evaluación especiales al reacondicionarlo para cualquier refrigerante alternativo. Según el diseño del sistema, las velocidades de circulación del aceite varían y pueden exceder por mucho las velocidades normales observadas en compresores alternativos y de espiral comunes, incluso cuando se instalan los sistemas de separación de aceite.

Para que los periodos de velocidades altas de circulación de aceite no lleven a preocupaciones por el registro y rendimiento del aceite, para estos sistemas se recomienda el uso de lubricante POE aprobado por el OEM, cuando se realice el reacondicionamiento de un sistema R-22 a una alternativa de HFC, como MO99. Para garantizar un retorno adecuado del aceite a través de estos sistemas complejos de tornillo, el cambio del lubricante existente a

POE debe realizarse mientras el sistema sigue funcionando con R-22. Una vez que se haya convertido el sistema a POE, el reacondicionamiento de R-22 a Freon™ MO99 debe proceder según se describe en estas pautas.

Para estos sistemas también se recomienda consultar a los OEM del enfriador y del compresor de tornillo sobre otros temas aparte del manejo de aceite. Es posible que existan sellos elastoméricos adicionales específicos del sistema en el compresor que deban reemplazarse durante el reacondicionamiento o los ajustes de control programados en relación con las lecturas de presión y temperatura que requieren la participación del OEM en pequeños cambios de puntos de ajuste.

Control del refrigerante líquido

Los posibles problemas que un mal control del refrigerante líquido puede causar en un sistema de refrigeración o aire acondicionado pueden ser graves y difíciles de predecir con certeza. Cuando pueda producirse una inundación, un estancamiento o una migración del refrigerante, deben tomarse medidas correctivas. El curso de acción adecuado por lo general depende del tipo de compresor, diseño del sistema, tipo de problema y la combinación de refrigerante/lubricante. Debe solicitarse a los fabricantes de compresores o equipos orientación detallada sobre el control de líquidos para un sistema específico.

Aunque no es deseable por las razones descritas anteriormente y con frecuencia depende del diseño del sistema, el manejo del refrigerante líquido en general puede realizarse mediante una variedad de estrategias de equipos o control:

- **Minimizar la carga de refrigerante:** cargar el sistema con la cantidad mínima requerida para el funcionamiento adecuado. Mantener los tubos en condensadores, evaporadores y líneas de conexión en el menor tamaño práctico.
- **Ciclo de evacuación de recipiente (continuo o único):** aísla el refrigerante cuando el compresor no se encuentra en funcionamiento, lo que evita la migración del refrigerante (consulte, por ejemplo, el Boletín de ingeniería de aplicación de Copeland AE-1182-R24).
- **Calentadores del cárter:** mantienen el aceite en el compresor a una temperatura mayor que la parte más fría del sistema, lo que impulsa el refrigerante hacia afuera del compresor.

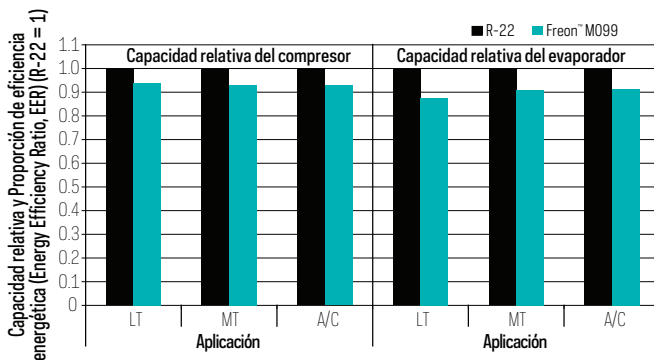
- **Acumuladores de líneas de succión:** proporciona un recipiente de almacenamiento temporal para atrapar el refrigerante líquido que ha fluido de nuevo; tiene especial importancia en sistemas de bombas de calor.

Problemas en el control del líquido durante las conversiones de refrigerantes (reacondicionamientos)

Cuando los sistemas diseñados para un gas refrigerante en particular deben convertirse para funcionar con otro refrigerante, existen algunos problemas en el control del líquido que requieren atención específica, como se detalla en la continuación.

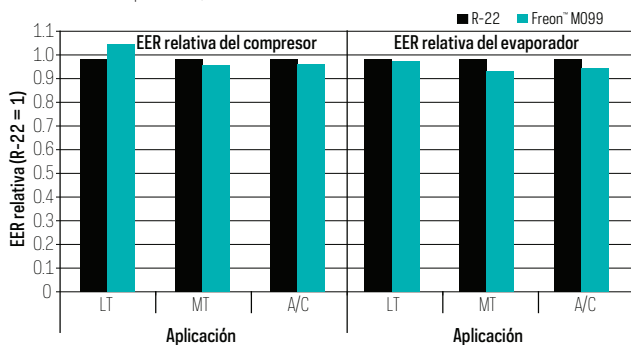
Comparación de la capacidad de Freon™ M099

Capacidad del compresor (en condiciones de ARI 540 - se incluye la totalidad del sobrecalentamiento en la capacidad) Capacidad del evaporador (se incluye -12,2 °C [10 °F] de sobrecalentamiento de succión en la capacidad)



Comparación de EER de Freon™ M099

EER del compresor (en condiciones de ARI 540 - se incluye la totalidad del sobrecalentamiento en la capacidad) EER del evaporador (se incluye -12,2 °C [10 °F] de sobrecalentamiento de succión en la capacidad)



Temperatura baja (LT): evaporador a -31,6 °C (-25 °F), condensador promedio por estación (70 % a 26,6 °C [80 °F]/30 % a 40,5 °C [105 °F]), líquido de subenfriado a -12,2 °C (10 °F), gas de retorno a 18,3 °C (65 °F)

Temperatura media (MT): evaporador a -6,6 °C (-20 °F), condensador promedio por estación (70 % a 26,6 °C [80 °F]/30 % a 48,8 °C [120 °F]), líquido de subenfriado a -12,2 °C (10 °F), gas de retorno a 18,3 °C (65 °F)

Aire acondicionado (A/C): evaporador a 7,22 °C (45 °F), condensador a 46,1 °C (115 °F), líquido de subenfriado a -9,4 °C (15 °F), gas de retorno a 18,3 °C (65 °F)

Inundación, sobrecalentamiento y deslizamiento de temperatura

La inundación (evaporación incompleta del refrigerante líquido en el evaporador), debido a un sobrecalentamiento inadecuado, puede ser causada por una TXV sobredimensionada o ajustada de forma indebida y puede llevar a un estancamiento y/o lavado de los cojinetes en el compresor.

En el caso de sistemas de aire acondicionado o refrigeración convertidos de refrigerante R-22 a Freon™ M099, las velocidades del flujo de masa son bastante parecidas, tanto que una TXV (cuerpo de la válvula, cabezal de potencia o boquilla/orificio) de un tamaño adecuado para R-22 no necesitarían reemplazo al cambiarse a M099.

Sin embargo, es posible que sea necesario ajustar levemente la TXV, debido al efecto del deslizamiento de temperatura y a las pequeñas diferencias en la presión de succión del nuevo refrigerante. La necesidad de realizar un ajuste dependerá de los puntos de ajuste de la válvula actual y la cantidad de sobrecalentamiento deseada para alcanzar el rendimiento apropiado del sistema. Las pautas detalladas sobre la medición y el ajuste del sobrecalentamiento para el Freon™ M099 se incluyen en una sección separada de este documento. Debido a que las velocidades del flujo de masa y las curvas de presión y temperatura del R-22 y M099 son muy cercanas, solo se requieren ajustes menores en componentes que tengan el tamaño adecuado. Los kits de conversión se encuentran disponibles para convertir algunas TXV más antiguas no ajustables en TXV de tipo ajustable, sin reemplazar la válvula, si es necesario.

Además, Freon™ M099 funcionará bien en sistemas diseñados con dispositivos de expansión fija, como tubos capilares, pistones u otros orificios fijos; en la mayoría de los casos, no se requiere un cambio en el dispositivo de expansión.

En estos sistemas no ajustables, el tamaño de la carga del refrigerante es esencial y debe tenerse un cuidado adicional al pesar y cargar el refrigerante. Según se indica en los pasos de reacondicionamiento, al cargar el M099 a estos sistemas con carga crítica, comience aproximadamente con el 85 % del peso de carga original de R-22. Una vez que las condiciones se estabilicen, puede agregarse más refrigerante en pequeñas cantidades según sea necesario hasta alcanzar el sobrecalentamiento deseado para el sistema.

Durante cualquier proceso de carga de refrigerante, a medida que se controlan las presiones del sistema, si la presión del condensador (cabezal) se eleva de forma significativa por encima de los niveles normales esperados con R-22 y no se ha alcanzado el peso necesario de carga de refrigerante, DEJE DE CARGAR y asegúrese de que no haya una restricción en el flujo. Los dispositivos de expansión fija están diseñados con diámetros pequeños para medir el flujo de forma adecuada; una restricción en el recorrido puede generar presiones altas en el condensador y/o la falta de alimentación del evaporador.

Si las presiones del condensador siguen siendo altas luego de verificar que el sistema no posee restricciones de líneas y no está sobrecargado, debe verificarse el sobrecalentamiento de succión. Si el calentamiento de succión es mayor al que se observa normalmente con R-22, es posible que el dispositivo de expansión fija existente esté subdimensionado. La opción de repuesto para cada tipo de dispositivo y sistema variará según el diseño. Sin embargo, en general, los pistones fijos y los orificios pueden reemplazarse con un orificio de mayor tamaño o una TXV diseñada para su uso con R-22. Los tubos capilares, si están subdimensionados para MO99, también pueden reemplazarse por un tubo más corto o más amplio, o por una TXV diseñada para su uso con R-22.

Información sobre la recuperación del refrigerante

La mayoría de los equipos de recuperación o reciclaje que se utilizan para R-22 pueden utilizarse para Freon™ MO99. Utilice los procedimientos estándar para evitar contaminación cruzada al pasar de un refrigerante a otro. La mayoría de las máquinas de recuperación o reciclaje pueden utilizar el mismo aceite de compresor que se utilizó para el refrigerante de HCFC. Sin embargo, es posible que sea necesario realizar algunas modificaciones, como un tipo diferente de secador o un indicador de humedad diferente. Consulte al fabricante del equipo para recibir recomendaciones específicas.

En Estados Unidos, Chemours recolectará (para reciclar) el refrigerante Freon™ MO99 que se analiza en este boletín. En otras regiones, comuníquese con su distribuidor de refrigerantes Chemours para obtener detalles sobre el programa de reciclaje de refrigerantes.

Rendimiento esperado luego del reacondicionamiento

Puntos de ajuste operativos

Freon™ MO99 ha sido diseñado para igualar en gran medida las propiedades de presión, temperatura, entalpía y flujo de masa del R-22. Por lo tanto, en la mayoría de los casos, los puntos de ajuste operativos que se utilizan en la actualidad para las presiones del evaporador, las válvulas de expansión térmica, el control de presión del cabezal del condensador, etc., serán adecuados para MO99. Después de reemplazar R-22 por MO99, encienda el sistema y deje que se establezca utilizando los puntos de ajuste de R-22 existentes. Si se desea, luego de que el sistema se haya estabilizado, los controles operativos pueden afinarse para optimizar el rendimiento del sistema. Las instrucciones detalladas para medir y ajustar la presión de succión, el sobrecalentamiento y el subenfriado pueden encontrarse al final de este boletín.

La **Tabla 1** muestra los cambios aproximados en el rendimiento del sistema luego de un reacondicionamiento de R-22 a MO99 y son pautas generales del comportamiento del sistema. Estos valores se basan en experiencia de campo, pruebas de calorímetro y datos de propiedades termodinámicas y suponen una misma eficiencia del compresor.

La capacidad de enfriamiento y la eficiencia energética dependen en gran medida del diseño y las condiciones de funcionamiento del sistema, y de la condición real del equipo. Freon™ MO99 brinda capacidad de enfriamiento y eficiencia energética similares a R-22 en la mayoría de los sistemas. El rendimiento real depende del diseño y las condiciones de funcionamiento del sistema.

Tabla 1. Rendimiento del calorímetro del compresor de Freon™ MO99 comparado con R-22 en sistemas de refrigeración y aire acondicionado (rendimiento con subenfriado según los cálculos de ciclos termodinámicos de los datos del calorímetro y no incluye los efectos de transferencia de calor)

	Temperatura baja* evaporador a -31,6 °C (-25 °F), condensador a 40,5 °C (105 °F), gas de retorno a 18,3 °C (65 °F) con subenfriado a -12,2 °C (10 °F)	Temperatura media evaporador a -6,6 °C (20 °F), condensador a 48,8 °C (120 °F), gas de retorno a 18,3 °C (65 °F) con subenfriado a -12,2 °C (10 °F)	A/C y temperatura alta evaporador a 7,2 °C (45 °F), condensador a 46,1 °C (115 °F), gas de retorno a 18,3 °C (65 °F) con subenfriado a -9,4 °C (15 °F)
Discharge Temperature, °F	-22	-45	-31
Discharge Pressure, psi	+3	+6	+5

*+ es aumento y *- es disminución en Freon™ MO99 frente a R-22

*R-22 adopta el enfriamiento exigido con una temperatura baja de descarga de 135 °C (275 °F)

Procedimiento de reacondicionamiento detallado para R-22 en aire acondicionado comercial y residencial de expansión directa, y refrigeración de temperatura media y baja

(Consulte la lista de verificación de reacondicionamiento en el reverso de este boletín).

1. Establecer el rendimiento de referencia con el

refrigerante existente. Recopilar datos de rendimiento del sistema mientras el antiguo refrigerante se encuentra en el sistema. Verificar que la carga de refrigerante y las condiciones de funcionamiento sean correctas. Los datos de referencia de temperaturas y presiones en diversos puntos del sistema (evaporador, condensador, succión y descarga del compresor, sobrecalentamiento y subenfriamiento) en condiciones de funcionamiento normales serán útiles al optimizar el funcionamiento del sistema con Freon™ M099. Una hoja de datos del sistema se incluye en la parte trasera de este boletín para registrar los datos de referencia.

2. Retirar el refrigerante del sistema a un cilindro de

recuperación. La carga existente debe retirarse del sistema y recolectarse en un cilindro de recuperación utilizando un dispositivo de recuperación capaz de hacer un vacío de entre 10 y 15 in Hg (50 y 67 kPa absoluto). Si se desconoce el tamaño de carga recomendado para el sistema, pesar la cantidad de refrigerante retirada. La cantidad inicial de Freon™ M099 que se debe cargar en el sistema puede estimarse a partir de esta cantidad (consulte el Paso 5). Asegurarse de que cualquier refrigerante residual disuelto en el aceite del compresor sea retirado al mantener el vacío en el sistema. Romper el vacío con nitrógeno seco.

3. Reemplazar el filtro secador/los sellos elastoméricos/las juntas.

Reemplazar el filtro secador durante el mantenimiento del sistema es una práctica rutinaria. Se encuentran disponibles filtros secadores de repuesto compatibles con Freon™ M099. Mientras el sistema esté vacío, verificar y reemplazar cualquier sello elastomérico que pueda estar llegando al fin de su vida útil. Incluso si antes no habían tenido fugas, el cambio de características de aumento al cambiar a cualquier refrigerante nuevo (p. ej. de R-22 a cualquier refrigerante de HFC) y la alteración general en el sistema pueden causar que los sellos desgastados tengan fugas luego del reacondicionamiento. Los componentes comúnmente afectados son los sellos principales Schrader, las juntas

del receptor de nivel de líquido, válvulas solenoides, válvulas de bola, sellos de bridas y algunos sellos de ejes en compresores con motor externo; sin embargo, todos los sellos externos que estén en contacto con el refrigerante deben considerarse como posibles fuentes de fugas luego del reacondicionamiento. La experiencia de campo ha demostrado que mientras más antiguo sea el sistema, habrá mayores probabilidades de fugas en sellos y juntas. Se recomienda cambiar cualquier sello esencial del sistema (aquellos que requieren la eliminación de la carga de refrigerante para permitir el reemplazo del sello: receptor de líquido, sistema del condensador) como una cuestión de rutina y contar con sellos de repuesto para otros componentes durante el reacondicionamiento, en caso de que se produzca alguna falla en los sellos. Un riguroso régimen de verificación de fugas antes y después del reacondicionamiento minimizará toda pérdida de refrigerante.

4. Evacuar el sistema y revisar si tiene fugas. Utilizar las prácticas de mantenimiento habituales. Para eliminar el aire u otros gases no condensables y toda la humedad residual del sistema, evacuar el sistema hasta un vacío casi total (vacío de 29,9 in Hg [500 micrones] o menos de 10 kPa), aislar la bomba de vacío del sistema y observar la lectura de vacío. Si el sistema no mantiene el vacío, es una señal de que puede existir una fuga. Presurizar el sistema con nitrógeno, teniendo cuidado de no superar la presión máxima del diseño del sistema y verificar si existen fugas. No utilizar mezclas de aire y refrigerante bajo presión para verificar si existen fugas; estas mezclas pueden ser combustibles. Luego de verificar fugas con nitrógeno, eliminar el nitrógeno residual con una bomba de vacío.

5. Cargar con Freon™ M099. Ya que M099™ es prácticamente un azeótropo, la composición de vapor en el cilindro del refrigerante es diferente a la composición de líquido. Por este motivo, Freon™ M099 debe transferirse desde el contenedor en fase líquida durante la carga del sistema. (Si el cilindro no posee una válvula con un tubo de inmersión, invertir el cilindro de modo tal que la válvula quede debajo del cilindro). La posición adecuada del cilindro para la eliminación del líquido a menudo está señalada por flechas en el cilindro y en la caja del cilindro. Una vez eliminado el líquido del cilindro, puede permitirse el ingreso del refrigerante en el sistema de refrigeración en forma de líquido o vapor, según se desee. Utilizar los indicadores del distribuidor o una válvula reguladora para distinguir el líquido del vapor, si se requiere.

ADVERTENCIA: No cargar el refrigerante líquido en el compresor. Esto causará daños graves e irreversibles.

En general, los sistemas de refrigeración requerirán aproximadamente el mismo peso de refrigerante Freon™ MO99 que la carga original de R-22. La carga óptima variará, según el diseño del sistema y las condiciones de funcionamiento. La carga inicial debe ser de alrededor del 85 % de la carga estándar de R-22. Luego del encendido y ajuste, la cantidad de carga final por lo general será del 95 % de la carga original de R-22. Consulte las pautas del OEM del sistema para recibir instrucciones específicas.

Nota: estos valores se aplican, siempre y cuando no se realicen cambios en los componentes mecánicos del sistema (lo cual podría afectar de forma significativa a la capacidad volumétrica interna del sistema) durante el reacondicionamiento. En el caso de los sistemas con recibidor de refrigerante líquido, cargar el sistema hasta el nivel habitual de refrigerante en el recibidor.

6. Encender el sistema y ajustar el tamaño de carga 6.

Encender el sistema y ajustar el tamaño de carga (en el caso de sistemas sin un recibidor de líquido). Encender el sistema y permitir que se estabilicen las condiciones. Si el sistema posee una carga menor (según lo indique el nivel de sobrecalentamiento en la salida del evaporador o la cantidad de subenfriamiento en la salida del condensador), agregar más Freon™ MO99 en pequeñas cantidades (aún debe transferirse en fase líquida desde el cilindro de carga), hasta que las condiciones del sistema alcancen el nivel deseado. Consulte los gráficos de temperatura y presión de este boletín para comparar presiones y temperaturas, a fin de calcular el sobrecalentamiento o el subenfriado para el refrigerante.

Si están presentes, las mirillas de nivel en la línea de líquido pueden utilizarse en la mayoría de los casos como una guía para la carga del sistema; sin embargo, la carga correcta del sistema debe determinarse mediante la medición de las condiciones de funcionamiento del sistema (presiones de descarga y succión, temperatura de líneas de succión, amperaje del motor del compresor, sobrecalentamiento, etc.). Intentar cargarlo hasta que la mirilla esté "completa" (sin burbujas) puede generar una sobrecarga en el refrigerante. Lea la sección sobre "Cómo determinar la presión de succión, el sobrecalentamiento y el subenfriamiento" para conocer detalles sobre cómo calcular cuándo un sistema está lleno, sin basarse únicamente en las observaciones de la mirilla.

En el caso de cualquiera de las mezclas de refrigerante de serie 400, como MO99, es razonable observar algunas burbujas en la mirilla atrapadas en el líquido, sin destellar, incluso una vez que el sistema se haya llenado debidamente. Además, es posible tener una mirilla nublada o "lechosa"; esta única observación no debe causar preocupación, ya que por lo general es resultado de un efecto de dispersión de luz del aceite parcialmente miscible en el refrigerante líquido y normalmente se aclarará con el paso del tiempo. Si la mirilla sigue nublada durante un extenso periodo de tiempo, es posible que sea un indicio de una descarga mayor de aceite desde el compresor. Los detalles sobre el manejo de sistemas con velocidades de circulación de aceite más altas pueden encontrarse en la sección Manejo de lubricantes y aceite del sistema.

Asegurar que se establezca la salida del evaporador y el sobrecalentamiento de succión del compresor de manera correcta es algo muy importante para el funcionamiento confiable del sistema con Freon™ MO99. La experiencia ha demostrado que el sobrecalentamiento (en la entrada del compresor) para Freon™ MO99 debe ser el mismo que para el refrigerante que se está reemplazando.

ADVERTENCIA: El refrigerante líquido que ingresa en el compresor en cualquier momento durante el funcionamiento del sistema puede generar problemas en el nivel de aceite del compresor y la falla rápida del compresor.

7. Controlar los niveles de aceite. Cuando las mirillas del compresor estén presentes, durante el funcionamiento inicial del sistema, controlar el nivel de aceite en el compresor (o el sistema de manejo de aceite del compresor) para verificar que el aceite regrese al compresor de una manera adecuada.

- Si el nivel de aceite cae por debajo del mínimo permitido, rélleno hasta el nivel mínimo con el tipo de aceite existente. No llene hasta el nivel máximo, ya que el nivel puede elevarse otra vez.
- Si el retorno de aceite parece ser errático, según lo demostrado por grandes oscilaciones en el nivel de aceite durante el ciclo del sistema de refrigeración, debe agregarse lubricante POE (aproximadamente el 20 % de la carga total de aceite). Esto puede estar acompañado, si es necesario, por otros pequeños aumentos de POE,

hasta que el nivel de aceite vuelva a la normalidad. La cantidad exacta de POE necesaria dependerá del sistema específico (temperaturas de evaporación, geometría física, etc.).

- Es importante asegurar que, al agregar aceite POE al sistema, el nivel de aceite (inmediatamente después de la adición) se mantenga por debajo del nivel de aceite del punto medio del sistema (p. ej., mirilla a la mitad). Además, es importante mantener registros precisos de cuánto aceite se agrega para evitar el llenado excesivo. Si existe inquietud sobre el llenado excesivo de aceite, parte del aceite mineral o alquilbenceno existente puede drenarse antes de la adición equivalente de POE.

8. Revisar completamente si el sistema tiene fugas.

Como se menciona en el paso 3, es posible que la fuga de refrigerante pueda producirse durante o inmediatamente después de un reacondicionamiento. La experiencia demuestra que algunas fugas no se harán visibles hasta después de que se haya cargado el nuevo refrigerante en el sistema. Prestar especial atención a los sellos principales de la válvula Schrader, de las válvulas solenoides y a los vástagos de las válvulas de bola en el lado de alta presión del líquido.

9. **Etiquetar el sistema** para indicar de forma clara y permanente el refrigerante y los aceites presentes en el sistema.

Gráficos de presión-temperatura (Apéndice)

Cómo leer el gráfico de presión-temperatura

Las siguientes páginas contienen gráficos de presión-temperatura para los refrigerantes que se analizan en este boletín. Se muestran dos temperaturas para MO99 a una presión determinada:

- Temperatura del líquido saturado (punto de burbujeo): en el condensador, este es el punto en el cual la última parte de vapor se ha condensado. Esta presión-temperatura debe utilizarse al determinar el subenfriamiento del sistema así como también el valor de presión-temperatura del producto almacenado en un cilindro de refrigerante.
- Temperatura de vapor saturado (punto de rocío): en el evaporador, esta es la temperatura a la cual la última gota de líquido ha hervido. Por encima de esta temperatura, el refrigerante será vapor sobrecalentado. Esta presión-temperatura debe utilizarse al determinar el sobrecalentamiento del sistema.

Cómo determinar la presión de succión, el sobrecalentamiento y el subenfriamiento

Presión de succión

En muchos casos, el ajuste de presión del evaporador que se utiliza para R-22 proporcionará el rendimiento adecuado al utilizar MO99. Sin embargo, si se determina que es necesario realizar algún ajuste, consultar el Apéndice (puntos de ajuste promedio del evaporador [Tabla 3] y del condensador [Tabla 2]) y proceder de la siguiente manera: determinar la temperatura promedio esperada del evaporador al utilizar R-22 (desde los datos de referencia que recopiló antes del reacondicionamiento). Encontrar la misma temperatura esperada del evaporador en la columna Valor saturado (punto de rocío) para Freon™ MO99. Observar la presión correspondiente para esta temperatura. Esta es la presión de succión aproximada a la que el sistema debe funcionar.

Sobrecalentamiento

En muchos casos, los ajustes del sobrecalentamiento que se utilizan para R-22 proporcionarán el rendimiento adecuado al utilizar MO99. Sin embargo, si se determina que es necesario realizar algún ajuste, consultar el gráfico de P-T (consultar el Apéndice) y proceder de la siguiente manera: primero, medir la presión de succión y, utilizando la tabla de presión del vapor saturado (punto de rocío) para Freon™ MO99, determinar la temperatura del vapor saturado correspondiente a dicha presión medida. Luego, medir la temperatura de succión en la salida del evaporador (para el sobrecalentamiento del evaporador) o en la entrada del compresor (para el sobrecalentamiento de succión) y restarle la temperatura del punto de rocío determinada anteriormente para Freon™ MO99, para obtener la cantidad de sobrecalentamiento del vapor. Ajustar la TXV, si es necesario, para aumentar o disminuir el sobrecalentamiento. En general, el sobrecalentamiento para el funcionamiento de MO99 debe ser similar al que se utilizó antes, durante el funcionamiento de R-22.

Subenfriamiento

Mediante el uso de las tablas de presión del líquido saturado (punto de burbujeo) en el Apéndice del gráfico de P-T, para Freon™ MO99, determinar la temperatura del líquido saturado para la presión de condensación medida (por lo general la presión del lado alto). Medir la temperatura de la línea del líquido refrigerante y restarla a la temperatura del punto de burbujeo determinada anteriormente para Freon™ MO99 y obtener la cantidad de subenfriamiento del líquido.

Lista de verificación de reacondicionamiento para la conversión de sistemas de CFC o HCFC a Freon™ M099

- Establecer el rendimiento de referencia con el refrigerante existente.
 - Utilizar la hoja de datos del sistema proporcionada en este boletín.
 - Observar el tipo de aceite utilizado y los datos de funcionamiento del sistema (si el sistema funciona debidamente).
 - Verificar las fugas existentes y repararlas.
- Retirar la carga de refrigerante existente del sistema. (Se necesita un vacío de entre 10 y 15 in Hg [50 y 67 kPa absoluto] para retirar la carga).
 - Utilizar el cilindro de recuperación. (NO ventilar hacia la atmósfera).
 - Pesar la cantidad retirada (si es posible): _____
 - Romper el vacío con nitrógeno seco.
- Reemplazar el filtro secador y los sellos elastoméricos/las juntas; verificar el aceite/agregar lubricante POE cuando corresponda (ver a continuación):
 - Verificar y reemplazar los sellos elastoméricos y las juntas que no se puedan reemplazar sin retirar el refrigerante.
 - Los componentes comúnmente afectados son los sellos principales Schrader, las juntas del recibidor de nivel de líquido, válvulas solenoides, válvulas de bola, sellos de bridas y sellos de ejes en compresores con motor externo; sin embargo, todos los sellos externos que estén en contacto con el refrigerante deben considerarse como posibles fuentes de fugas luego del reacondicionamiento.
 - Verificar que el aceite esté en buenas condiciones; reemplazarlo si es necesario. **(NOTA: agregar 20 % de lubricante POE a los sistemas de R-22 que tengan recibidores de líquido o problemas ya conocidos o potenciales en el retorno de aceite).**
 - **Se recomienda un cambio único a lubricante POE en el sumidero de aceite del compresor para sistemas de R-22 con compresores de espiral Trane® 3-D® o Danfoss.**
- Evacuar el sistema y revisar si tiene fugas.
 - ¿El sistema mantiene el vacío?
 - Romper el vacío con nitrógeno seco; presurizar hasta llegar a un valor menor a la presión del diseño del sistema.
 - ¿El sistema mantiene la presión?
 - Revisar si existen fugas y realizar las reparaciones necesarias.
- Cargar el sistema con refrigerante Freon™ M099.
 - Retirar el líquido solo del cilindro.
 - La cantidad de carga inicial debe ser de alrededor del 85 % de la carga estándar de R-22. La cantidad de carga final variará según el sistema, pero será aproximadamente el mismo peso que con el R-22.
 - Debe prestarse especial atención a los sistemas con carga crítica (con orificios/tubos capilares fijos) para asegurarse de que el equipo no esté sobrecargado. (Controlar la presión de descarga).

NOTA: no cargar el refrigerante líquido en el compresor. Esto causará daños graves e irreversibles.
- Ajustar la TXV y/o la carga del refrigerante en pequeñas cantidades hasta alcanzar el mismo sobrecalentamiento que el sistema original. Si no es posible o no es adecuado realizar el ajuste, reemplazar el dispositivo de expansión.
- Controlar los niveles de aceite en el compresor.
 - Si el nivel de aceite cae por debajo del mínimo, rellene hasta el nivel mínimo con el tipo de aceite existente.
 - Si el nivel de aceite sigue disminuyendo de forma continua o sufre grandes oscilaciones durante el funcionamiento, agregar aproximadamente el 20 % de un lubricante POE equivalente, o más si es necesario, hasta normalizar el retorno de aceite.
 - Si se produce un aumento repentino en el nivel de aceite (p. ej., durante/justo después del descongelamiento) o si existe inquietud sobre el llenado excesivo, una parte (aproximadamente el 20 %) del aceite mineral o alquilbenceno existente puede drenarse antes de la adición equivalente de POE.
- Etiquetar el sistema de manera clara. Asegurarse de que la hoja de datos del sistema esté completa y se archive en un lugar seguro.

Hoja de datos del sistema

Tipo de sistema/Ubicación: _____

Fabricación del equipo: _____

Fabricación del compresor: _____

N.º de modelo: _____

N.º de modelo: _____

N.º de serie: _____

N.º de serie: _____

Fecha de fabricación: _____

Fecha de fabricación: _____

Tamaño de carga original: _____

Tipo de lubricante: _____

Tamaño de carga del lubricante: _____

Fabricación del secador: _____

Tipo de secador: _____

Medio de enfriamiento del condensador: _____

Dispositivo de expansión (marque uno):

Tubo capilar: _____

Válvula de expansión: _____

Si hay válvula de expansión:

Fabricante: _____

N.º de modelo: _____

Control/Punto de ajuste: _____

Ubicación del sensor: _____

Otros controles del sistema (p. ej., control de presión del cabezal): _____

Fecha/Hora				
Refrigerante				
Tamaño de la carga (lb)				
Temperatura ambiente (°F)				
Compresor				
Temperatura de succión (°F)				
Presión de succión (psig)				
Temperatura de descarga (°F)				
Presión de descarga (psig)				
Evaporador				
Temperatura de entrada del aire/H ₂ O del serpentín (°F)				
Temperatura de salida del aire/H ₂ O del serpentín (°F)				
Temperatura del mantenimiento en funcionamiento (°F)				
Condensador				
Temperatura de entrada del aire/H ₂ O del serpentín (°F)				
Temperatura de salida del aire/H ₂ O del serpentín (°F)				
Sobrecalentamiento y subenfriamiento (valores derivados)				
Temperatura del refrigerante al punto de control de sobrecalentamiento (°F)				
Sobrecalentamiento calculado (°F)				
Temperatura del dispositivo de expansión (°F)				
Subenfriamiento calculado (°F)				
Amperaje del motor (si tiene bastidores: total)				

Apéndice. Datos de presión-temperatura de Freon™ M099 (Inglés)

Presión, psig	R-22	Freon™ M099	
	Temperatura saturada, °F	Temperatura saturada del líquido (punto de burbujeo), °F	Temperatura saturada del vapor (punto de rocío), °F
-6	-60.5	-63.0	-51.5
-5	-56.7	-59.3	-47.8
-4	-53.3	-55.8	-44.5
-3	-50.0	-52.6	-41.3
-2	-47.0	-49.6	-38.4
-1	-44.1	-46.8	-35.6
0	-41.4	-44.2	-33.0
1	-38.9	-41.7	-30.6
2	-36.5	-39.3	-28.2
3	-34.2	-37.0	-26.0
4	-32.0	-34.8	-23.9
5	-29.8	-32.7	-21.8
6	-27.8	-30.7	-19.8
7	-25.8	-28.8	-18.0
8	-24.0	-26.9	-16.1
9	-22.1	-25.1	-14.4
10	-20.4	-23.4	-12.6
12	-17.0	-20.1	-9.4
14	-13.8	-16.9	-6.3
16	-10.8	-13.9	-3.4
18	-7.9	-11.1	-0.6
20	-5.2	-8.4	2.0
22	-2.5	-5.8	4.6
24	0.0	-3.4	7.0
26	2.4	-1.0	9.3
28	4.7	1.3	11.6
30	6.9	3.5	13.7
32	9.1	5.7	15.8
34	11.2	7.7	17.8
36	13.2	9.7	19.8
38	15.2	11.7	21.7
40	17.1	13.6	23.5
42	19.0	15.4	25.3
44	20.8	17.2	27.1
46	22.6	18.9	28.8
48	24.3	20.6	30.4
50	26.0	22.3	32.1
52	27.6	23.9	33.7
54	29.2	25.5	35.2
56	30.8	27.0	36.7
58	32.4	28.6	38.2
60	33.9	30.1	39.6
62	35.3	31.5	41.1
64	36.8	32.9	42.5
66	38.2	34.3	43.8
68	39.6	35.7	45.2
70	41.0	37.1	46.5
75	44.3	40.3	49.7
80	47.5	43.5	52.7
85	50.6	46.5	55.7
90	53.5	49.4	58.5
95	56.4	52.2	61.2

Pressure, psig	R-22	Freon™ M099	
	Temperatura saturada, °F	Temperatura saturada del líquido (punto de burbujeo), °F	Temperatura saturada del vapor (punto de rocío), °F
100	59.1	54.9	63.9
105	61.8	57.5	66.4
110	64.4	60.1	68.9
115	66.9	62.6	71.3
120	69.3	65.0	73.6
125	71.7	67.3	75.9
130	74.0	69.6	78.1
135	76.2	71.8	80.3
140	78.4	73.9	82.4
145	80.6	76.0	84.4
150	82.7	78.1	86.4
155	84.7	80.1	88.4
160	86.7	82.1	90.3
165	88.7	84.0	92.1
170	90.6	85.9	94.0
175	92.5	87.8	95.8
180	94.3	89.6	97.5
185	96.2	91.4	99.2
190	97.9	93.1	100.9
195	99.7	94.8	102.6
200	101.4	96.5	104.2
205	103.1	98.2	105.8
210	104.8	99.8	107.4
215	106.4	101.4	108.9
220	108.0	103.0	110.5
225	109.6	104.6	112.0
230	111.1	106.1	113.4
235	112.7	107.6	114.9
240	114.2	109.1	116.3
245	115.7	110.5	117.7
250	117.1	112.0	119.1
255	118.6	113.4	120.5
260	120.0	114.8	121.8
265	121.4	116.2	123.1
270	122.8	117.6	124.4
275	124.2	118.9	125.7
280	125.5	120.3	127.0
285	126.9	121.6	128.3
290	128.2	122.9	129.5
295	129.5	124.2	130.7
300	130.8	125.4	131.9
310	133.3	127.9	134.3
320	135.8	130.4	136.6
330	138.2	132.7	138.9
340	140.6	135.1	141.1
350	142.9	137.4	143.3
360	145.2	139.6	145.4
370	147.5	141.8	147.5
380	149.6	143.9	149.5
390	151.8	146.1	151.5
400	153.9	148.1	153.4

Apéndice

Table 2. Puntos de ajuste de presión del condensador basados en el evaporador de -6,6 °C (20 °F), subenfriamiento de -12,2 °C (10 °F)

R-22, psig	Temperatura promedio del condensador en °F	Freon™ M099, psig	R-22, psig	Temperatura promedio del condensador en °F	Freon™ M099, psig
143.4	80	143.9	229.6	111	232.7
145.7	81	146.3	232.9	112	236.1
148.0	82	148.7	236.2	113	239.5
150.4	83	151.1	239.5	114	243.0
152.8	84	153.6	242.9	115	246.5
155.3	85	156.1	246.3	116	250.0
157.8	86	158.6	249.7	117	253.6
160.3	87	161.2	253.2	118	257.1
162.8	88	163.8	256.7	119	260.8
165.4	89	166.4	260.2	120	264.4
168.0	90	169.1	263.7	121	268.1
170.6	91	171.8	267.3	122	271.8
173.2	92	174.6	270.9	123	275.5
175.9	93	177.3	274.6	124	279.3
178.7	94	180.1	278.3	125	283.1
181.4	95	183.0	282.0	126	287.0
184.2	96	185.8	285.7	127	290.9
187.0	97	188.7	289.5	128	294.8
189.8	98	191.7	293.3	129	298.7
192.7	99	194.6	297.1	130	302.7
195.6	100	197.6	300.9	131	306.7
198.6	101	200.6	304.8	132	310.7
201.5	102	203.7	308.8	133	314.8
204.5	103	206.8	312.7	134	318.9
207.5	104	209.9	316.7	135	323.0
210.6	105	213.1	320.7	136	327.2
213.7	106	216.3	324.8	137	331.4
216.8	107	219.5	328.8	138	335.7
220.0	108	222.8	332.9	139	339.9
223.2	109	226.1	337.1	140	344.2
226.4	110	229.4			

En general, las presiones de condensación de R-22 y MO99 son muy cercanas y requerirán un ajuste mínimo para controlar los puntos de ajuste. Luego de la conversión de R-22 a MO99, la presión de condensación puede determinarse al encontrar la temperatura del condensador promedio deseada (o el ajuste de presión de R-22) en este gráfico y determinar el nuevo punto de ajuste requerido para el funcionamiento equivalente con MO99.

Table 3. Puntos de ajuste de presión de la succión del evaporador basados en el condensador de 40,5 °C (105 °F), subenfriamiento de 35 °C (95 °F)

R-22, psig	Temperatura promedio del evaporador, °F	Freon™ M099, psig	R-22, psig	Temperatura promedio del evaporador, °F	Freon™ M099, psig
7.6	-25	5.2	33.8	11	30.7
8.1	-24	5.7	34.8	12	31.7
8.6	-23	6.1	35.8	13	32.7
9.1	-22	6.6	36.9	14	33.7
9.6	-21	7.1	37.9	15	34.7
10.1	-20	7.6	39.0	16	35.8
10.7	-19	8.1	40.0	17	36.9
11.2	-18	8.6	41.1	18	37.9
11.8	-17	9.2	42.2	19	39.0
12.4	-16	9.7	43.3	20	40.2
13.0	-15	10.3	44.5	21	41.3
13.6	-14	10.9	45.6	22	42.4
14.2	-13	11.5	46.8	23	43.6
14.9	-12	12.1	47.9	24	44.8
15.5	-11	12.8	49.1	25	46.0
16.2	-10	13.4	50.3	26	47.2
16.9	-9	14.1	51.5	27	48.4
17.6	-8	14.8	52.8	28	49.6
18.3	-7	15.5	54.0	29	50.9
19.1	-6	16.2	55.3	30	52.2
19.8	-5	16.9	56.6	31	53.4
20.6	-4	17.7	57.9	32	54.7
21.4	-3	18.4	59.2	33	56.1
22.2	-2	19.2	60.5	34	57.4
23.0	-1	20.0	61.8	35	58.7
23.8	0	20.8	63.2	36	60.1
24.6	1	21.6	64.5	37	61.5
25.5	2	22.5	65.9	38	62.9
26.4	3	23.3	67.3	39	64.3
27.2	4	24.2	68.7	40	65.7
28.1	5	25.1	70.1	41	67.1
29.0	6	26.0	71.6	42	68.9
30.0	7	26.9	73.0	43	70.0
30.9	8	27.8	74.5	44	71.5
31.9	9	28.7	76.0	45	73.0
32.8	10	29.7			

Luego de la conversión de R-22 a M099, la temperatura del evaporador puede establecerse al encontrar la temperatura del evaporador promedio deseada (o la presión del evaporador de R-22) en este gráfico y determinar el nuevo punto de ajuste requerido para M099, para lograr una temperatura de evaporador promedio equivalente.

Tabla 4. Propiedades físicas de Freon™ M099

(Propiedades calculadas con REFPROP versión 9.0, Instituto Nacional de Estándares y Tecnología [National Institute of Standards and Technology, NIST] 2010)

Propiedad física	Unidad	Freon™ M099	R-22
Punto de ebullición (1 atm)	°F	-44.2	-41.4
Presión de vapor a 25 °C (77 °F)	psia	162.0	151.4
Densidad del líquido a 25 °C (77 °F)	lb/ft ³	71.6	74.3
Densidad, vapor saturado a 25 °C (77 °F)	lb/ft ³	3.03	2.76
Potencial de daño a la capa de ozono	CFC-11 = 1.0	0	0.05
Potencial de calentamiento global, valores de AR5	CO ₂ = 1	2059	1760

Tabla 5. Composición de Freon™ M099 (% del peso)

	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	n-butano (R-600)	i-pentano (R-601a)
Freon™ M099	8.5	45	44.2	1.7	0.6

Para obtener más información sobre los refrigerantes Freon™, visite freon.com

La información aquí descrita se brinda sin cargo y se basa en datos técnicos que Chemours considera fiables. Está diseñada para ser utilizada por personas con capacidad técnica, bajo su propia responsabilidad. Dado que las condiciones de uso están fuera de nuestro alcance, Chemours no garantiza, de manera expresa o implícita, ni asume la responsabilidad en relación con el uso de esta información. Nada de lo estipulado en este documento se debe considerar una licencia para operar o una recomendación para vulnerar cualquier patente o solicitud de patente.

© 2017 The Chemours Company FC, LLC. Freon™ y cualquier logotipo asociado son marcas registradas y derechos de autor de The Chemours Company FC, LLC. Chemours™ y el logotipo de Chemours son marcas registradas de The Chemours Company.

Reemplaza la versión: K-22217-2
C-10862 (3/17)