

GUÍAS DE APLICACIÓN PARA LOS COMPRESORES COPELAND SCROLL ®
ZR16K4 AL ZR81KC DE 1,5 A 6,75 TONELADAS DE CAPACIDAD

Introducción

Los compresores Copeland Scroll modelos ZR*KC, ZR*KL, ZR*K3 y ZR*K4 incluyen un amplio rango de capacidades, opciones eléctricas y posibilidades técnicas. Los números de modelos típicos son el ZR24K3-PFV y el ZR81KC-TF5. Este boletín describe las características operativas, diferencias de diseño y requerimientos de aplicación para estos modelos. Para obtener mayor información, por favor refiérase a la información sobre productos on-line del sitio web de Copeland en www.copeland-corp.com. Los principios de operación del Scroll, se describen en la **Figura 7** en la parte final de este Boletín .

Los modelos ZR*K3 y K4 están diseñados para trabajar en aire acondicionado y como bombas de calor con un SEER (coeficiente de eficiencia energética) mayor de 11, y con un rango de capacidad que va de las 16.000 a las 61.000 Btu/hr (4,7 a 17,9 Kw.).

Los modelos ZR*KC están diseñados para trabajar en aire acondicionado y como bombas de calor con un SEER mayor de 10, y con un rango de capacidad que va de las 16.000 a las 81.000 Btu/hr (4,7 a 23,7 Kw.).

Los modelos ZR*KL son idénticos a los modelos ZR*KC, con la excepción de que cuentan con cascos de mayor espesor para obtener una mayor reducción sonora. Su capacidad varía de las 24.000 a las 34.000 Btu/hr (7,0 a 10,0 Kw.).

Estos modelos incluyen una variedad de posibilidades técnicas descritas en el cuadro siguiente:

	Válvula IPR	TOD	Parada Silenciosa	Válvula de Retención de Descarga	Protector del Motor
ZR16-24KC/4	No	X	X	X	X
ZR16-81K3	X	X	X	X	X
ZR26-81KC	X	X	X	X	X

Válvula IPR – Válvula de Alivio de Presión Interna: La válvula de alivio de presión interna se encuentra ubicada entre el lado de alta y lado de baja del compresor. Está diseñada para abrir cuando la presión del diferencial entre descarga y succión excede las 375 a 450 psi (26 a 32 Kg/cm²). Cuando la válvula se abre, gas caliente de la descarga es desviado hacia el protector del motor para producir su disparo. En pruebas de laboratorio a ventilador bloqueado, a veces puede notarse que la válvula se abre, pero el compresor no se apaga mientras la presión de descarga continúa aumentando. Esta condición es normalmente causada por un excesivo retorno de líquido y puede ser corregida usando un dispositivo de expansión más restrictivo o reduciendo la carga de refrigerante.

Protección Interna de Temperatura: El dispositivo

Therm-O-Disc ® o TOD es un disco bimetálico termosensible ubicado en el puerto de descarga del scroll. Está diseñado para abrirse y reencauzar el gas caliente de descarga hacia el protector del motor. Durante una situación como la de pérdida de carga, el compresor quedará protegido por algún tiempo debido al disparo del protector. Sin embargo, de no solucionarse la pérdida de refrigerante, el flujo de masa y el amperaje se reducen y los scrolls comenzarán a recalentarse. Durante la operación como acondicionador de aire, el problema puede normalmente detectarse por el aumento en las temperaturas de los ambientes interiores, antes de que se produzca algún daño. Pero este puede no ser el caso durante la operación como bomba de calor, ya que el calefactor de respaldo, automáticamente compensará el déficit producido. Se recomienda instalar un control de baja presión para la protección contra pérdidas de refrigerante en bombas de calor y así, obtener el más alto nivel de protección del sistema. Se recomienda ajustar la presión de corte a no menos de 28 psig (2 Kg/cm²) para acondicionadores de aire y de 7 psig (0,5 Kg/cm²) para bombas de calor. El dispositivo de corte de baja presión, si está instalado en la línea de succión que va al compresor, puede suministrar una protección adicional contra la falla de la válvula de expansión termostática (TXV) que quede en la posición cerrada, una falla del ventilador exterior con el equipo operando en el ciclo de calefacción, o una válvula de servicio de la línea de líquido o de la línea de succión cerrada, o un filtro de líquido, placa orificio o TXV obstruidos. Todo esto puede privar al compresor del flujo normal de refrigerante y resultar en una ruptura del mismo. El presostato de baja debería tener "Reset" manual para obtener el mayor nivel de protección del sistema. Si se permite que un compresor cicle después de haberse detectado una falla, existe una gran probabilidad de que el compresor termine dañado y el sistema contaminado con desechos del compresor dañado y del aceite descompuesto. Si se dispone de un dispositivo de supervisión del consumo de corriente del compresor, el controlador del sistema puede aprovechar la acción del TOD y del protector interno. El controlador puede sacar al compresor de servicio si estando el contactor energizado no hay consumo de corriente, sabiendo que esto implica que el protector interno del compresor se ha abierto. Esto evitará que el compresor cicle innecesariamente durante una condición de avería hasta que se pueda efectuar la acción correctiva correspondiente.

Detención Silenciosa: Todos los Scroll de este rango de tamaño cuentan con uno de los dos tipos de parada "silenciosa". Los scrolls de hasta cuatro toneladas usan un dispositivo de tipo de leva que separa los scrolls mientras funcionan al revés durante una parada, cuando el gas a alta presión se equilibra desde el lado de alta del compresor hacia el lado de baja. Los compresores scroll de mayor tamaño usan un tipo diferente de leva que frena el giro hacia atrás durante una parada. Estas dos soluciones de detención silenciosa permiten que un compresor scroll vuelva a

entrar en funcionamiento inmediatamente, aún cuando las presiones del sistema no se hayan equilibrado. Los modelos que van desde el ZR68KC al ZR91KC seguirán siendo construidos con el diseño del sistema de freno por fluido, de modo que en estos compresores, se oirá por un momento un sonido de rotación inversa. Las pruebas de desarrollo de equipos que contengan estos compresores, deberían incluir una revisión de la aceptabilidad del sonido de parada del sistema. No se requiere tiempo de demora al arranque en ninguno de estos compresores.

Válvula de Retención de Descarga: Una válvula de retención del tipo de disco de baja masa ubicada en la conexión de descarga del compresor evita que el gas de descarga a alta presión y temperatura, refluya rápidamente a través del compresor. Esta válvula de retención no fue diseñada para ser usada en un ciclo de "Pump Down" porque no es totalmente hermética.

Protector del Motor: Se suministra un protector térmico convencional del tipo bimetálico con capacidad de apertura de línea. El protector abre la conexión común en un motor monofásico, o abre el centro de estrella en motores trifásicos. El protector trifásico suministra una protección primaria contra la falta de fase. Ambos tipos de protectores reaccionan frente a la corriente y la temperatura del bobinado del motor.

Recambio en el Campo de Compresores Monofásicos ZR*K1 o ZR*K2 Con Compresores Scroll ZR*K3/K4 o KC de Capacidad Equivalente

Los tamaños de las conexiones de descarga y de succión y el patrón de las patas de montaje de los nuevos modelos son idénticos a los de los modelos ZR*K1 o ZR*K2. La ubicación de las tuberías es idéntica en la mayoría de los casos, para permitir un fácil recambio. El modelo ZR*K1 cuenta con un termostato de cabezal superior externo para limitar la temperatura de descarga. Este accesorio está ahora instalado en la parte interna de los nuevos scrolls. Al reemplazar un compresor ZR*K1 los cables del termostato deben ser retirados y los cables del circuito de control deben ser empalmados o puenteados. Refiérase a la sección sobre **Recambio de un Compresor después de la Quemadura del Motor** para obtener mayores detalles sobre recambio de compresores en el campo. Refiérase al **Cuadro 4** para el reemplazo recomendado del capacitor de marcha.

Consideraciones de Aplicación

El compresor Copeland Scroll cuenta con un número de características de aplicación que son diferentes de las de los compresores alternativos tradicionales. Estas aplicaciones se detallan a continuación.

Acumuladores de Succión

Debido a la capacidad inherente de los Copeland Scrolls de manejar refrigerante líquido durante un arranque inundado o ciclo de descongelamiento, no es necesario instalar un acumulador de succión para mejorar la duración, si se mantienen los niveles de carga del sistema por debajo de los indicados en el **Cuadro 5**. Sin embargo, grandes volúmenes de

refrigerante líquido que repetidamente inundan al compresor durante los ciclos de parada, o el excesivo retorno de refrigerante líquido durante la operación normal, pueden diluir el aceite. El resultado será que los cojinetes estarán lubricados inadecuadamente, pudiéndose producir un desgaste excesivo. Para controlar estas condiciones, refiérase a la sección titulada **Pruebas de Excesivo Retorno de Líquido** al final de este boletín. El orificio de retorno de aceite del acumulador debe ser de 1 a 1,4 mm. (0,040 a 0,055 pulgadas) de diámetro dependiendo del tamaño del compresor y del volumen del retorno de líquido al compresor. Una malla protectora de gran superficie con un número mesh no menor de 30 X 30 (aberturas de 0,6 mm) es requerida para proteger este pequeño orificio contra taponamientos. Las pruebas demostraron que una malla pequeña con un tejido muy tupido puede quedar taponada fácilmente causando la falta de suministro de aceite a los cojinetes del compresor.

Filtros

No se recomienda el uso de mallas de un tejido más fino que 30 x 30 (aberturas de 0,6 mm) en ninguna parte del sistema. La experiencia aplicada ha demostrado que tejidos más finos o tupidos usados para proteger válvulas de expansión, tubos capilares o acumuladores pueden quedarse momentánea o permanentemente taponadas con desechos provenientes del sistema y bloquear el flujo tanto del aceite como del refrigerante al compresor. Tal bloqueo puede resultar en la falla del compresor.

Calefactor del Cáster – Compresores Monofásicos

No se requiere calefactor de cáster para los compresores monofásicos, pero cuando la carga del sistema excede el límite recomendado, el compresor puede llenarse de refrigerante bajo ciertas circunstancias y configuraciones. Esto puede causar un ruido típico de juego excesivo, o el compresor puede trabarse y el protector dispararse varias veces antes de arrancar. Recomendamos enfáticamente instalar un calefactor del cáster para los sistemas que contengan más del 120% del límite de carga de refrigerante indicado en el **Cuadro 5**. Un calefactor de cáster disminuirá el sonido producido durante el arranque bajo estas condiciones ya que no será necesario que el compresor bombee líquido. El **Cuadro 6** indica los calefactores de cáster recomendados para los distintos modelos y voltajes.

Calefactor del Cáster – Compresores Trifásicos

Se requiere calefactor de cáster para los compresores trifásicos cada vez que la carga del sistema exceda el límite indicado en el **Cuadro 5** y un acumulador de succión no pueda ser instalado de forma de poder suministrar un libre drenaje de líquido hacia el acumulador durante una parada (Refiérase a la **Figura 2** y el **Cuadro 6**).

Ciclo de "Pump Down"

No se recomienda el uso de un ciclo de "Pump Down" para el control de la migración del refrigerante para los compresores scroll de este tamaño. **Si se utilizara un**

ciclo de “Pump Down”, se debe añadir una válvula de retención externa. La válvula de retención de descarga del scroll está diseñada para prevenir la rotación inversa prolongada y para evitar que se produzca un rápido pasaje de gas de alta presión al lado de baja después de una parada. La válvula de retención, en algunos casos, perderá más de lo que lo hacen las láminas de descarga de los compresores alternativos utilizados habitualmente para ciclos de “Pump Down”, causando el ciclado más frecuente del compresor scroll. Los ciclos cortos repetidos de esta naturaleza pueden resultar en una situación de bajo nivel de aceite y el consecuente daño al compresor. El diferencial del control de baja presión debe ser revisado ya que un volumen relativamente grande de gas se re-expandirá desde el lado de alta del compresor hacia el lado de baja, durante una parada.

Tiempo Mínimo de Marcha

No hay una respuesta definitiva respecto a la frecuencia con que los compresores scroll pueden ser arrancados y detenidos en una hora, ya que esto depende en gran medida de la configuración del sistema. No existe un acuerdo sobre el tiempo mínimo de parada, salvo las consideraciones de la sección sobre **Breves Interrupciones de Suministro Energético**. Esto es así porque los scrolls arrancan descargados, aún si el sistema tiene presiones desequilibradas. La consideración más crítica es el **tiempo mínimo requerido para el retorno de aceite al compresor después del arranque**. Esto puede determinarse muy fácilmente usando un compresor de muestra equipado con un visor de nivel de aceite (disponible en Copeland) en una configuración que contemple líneas de conexión lo más largas posibles que estén aprobadas para el sistema. El tiempo de mínimo encendido resultará ser el tiempo requerido para que el aceite enviado al sistema durante el arranque del compresor vuelva a la sentina del compresor y restaure un nivel normal en el vidrio del visor. Hacer ciclar al compresor por períodos de tiempo más cortos que éstos, por ejemplo para mantener un control de temperatura muy ajustado, resultará en una pérdida progresiva de aceite y en daños al compresor. Refiérase al Boletín de Aplicaciones de Ingeniería 17-1262 para obtener una mayor información sobre cómo evitar el ciclado corto del compresor.

Válvulas Inversoras

Como los compresores Copeland Scroll tienen un muy alto rendimiento volumétrico, sus desplazamientos son menores que los de compresores alternativos de capacidad comparable. Por ello, Copeland recomienda que la capacidad de las válvulas inversoras sea de no más del doble de la capacidad nominal del compresor en el cual serán utilizadas, para asegurar una operación adecuada de la válvula bajo todas las condiciones operativas posibles. El solenoide de la válvula inversora debería estar conectado de manera que la válvula no invierta cuando el sistema corte por termostato ya sea operando en el modo de calefacción o enfriamiento. Si se permite que la válvula invierta cada vez que el sistema se apaga, las presiones de succión y descarga del compresor serán permutadas. Esto resultará en que el equilibrio de presiones del sistema se realice a través

del compresor, lo que puede llegar a causar que el compresor gire lentamente hasta que las presiones se equilibren. Esta condición no afecta la durabilidad del compresor pero puede causar sonidos inesperados luego de que se apague el compresor.

Corte por Baja Temperatura Ambiente

No se requiere un corte por baja temperatura ambiente para limitar la operación de bombas de calor del tipo aire - aire. Las aplicaciones de bombas de calor del tipo aire - agua deben ser estudiadas ya que esta configuración puede llegar a caer fuera del rango de operación del equipo (**Figura 5**), provocando recalentamiento u operando con una excesiva relación de compresión.

Tipo de Aceite

En estos compresores se usa el aceite blanco convencional (Sontex 200 LT). El aceite blanco es compatible con el 3GS, y el aceite 3GS puede usarse si se requiere agregar aceite en compresores ya instalados. Refiérase a la placa de identificación del compresor para verificar la carga original de aceite. Una recarga completa debería ser de 118 ml. (4 onzas líquidas) menor que el valor indicado en la placa de identificación. Algunos modelos han sido lanzados al mercado para su uso con R-407c y usan aceite polioléster, identificado como POE, junto con la cantidad de carga indicada en la placa de identificación. Estos modelos tienen una “E” en el séptimo lugar del código del modelo. Un ejemplo podría ser el compresor ZR24K3E-PFJ. En este caso debe usarse aceite Copeland Ultra 22 CC si es necesario agregar más aceite en un compresor ya instalado. Se pueden usar los aceites Mobil Arctic EAL22CC o Emkarate RL32CF para recargar estos compresores si el aceite Ultra 22 no se encontrase disponible.

Silenciadores de Descarga

El flujo a través de los Compresores Copeland Scroll es semicontinuo con una relativamente baja pulsación. Los silenciadores externos, que en la actualidad son normalmente aplicados a los compresores a pistón, pueden no ser requeridos para los Copeland Scroll. Sin embargo y debido a la variabilidad que existe entre diferentes sistemas, se deben realizar pruebas individuales para verificar si el sonido es aceptable. Cuando no se realicen ensayos, se recomienda instalar silenciadores en las bombas de calor. Un silenciador de casco hueco como el Alco APD-1 puede funcionar muy bien. El silenciador debería estar ubicado entre un mínimo de 15 cm. (6 pulgadas) a un máximo de 46 cm. (18 pulgadas) del compresor, para obtener la más eficaz operación. A mayor distancia entre el silenciador y el compresor, siempre dentro de los rangos indicados anteriormente, se obtendrá mayor eficacia. Si no se consigue una atenuación adecuada del sonido, use un silenciador con una mayor sección transversal en relación a la sección de la conexión de entrada. La relación debería ser de un mínimo de 20 a 1 y se recomienda una relación de 30 a 1. El silenciador debería ser de 10 a 15 cm. (4 a 6 pulgadas) de largo.

Ruido y Vibración en la Línea de Succión de Sistemas de Aire Acondicionado

Los compresores Copeland Scroll inherentemente cuentan con características de bajo sonido y vibración. Sin embargo, estas características de sonido y vibración difieren en algunos aspectos de las de los compresores tradicionales. En muy pocas ocasiones, éstas pueden resultar en situaciones inesperadas de sonido. Una de las diferencias es que las características de vibración de los compresores scroll, incluyen dos frecuencias muy cercanas, aunque las dos son bajas. Una de éstas se encuentra normalmente aislada del casco por la suspensión de un compresor suspendido internamente. Estas frecuencias, que se encuentran en todos los compresores, pueden resultar en una frecuencia de "golpeteo" de bajo nivel que puede ser detectada como un ruido que entra por la línea de succión a una casa bajo algunas condiciones. La eliminación del "golpeteo" puede ser obtenida atenuando cualquiera de las frecuencias que contribuyan a producir el mismo. Las frecuencias más importantes que deben ser evitadas son las frecuencias de la red eléctrica y del doble de la red eléctrica para los compresores monofásicos y la frecuencia de la red eléctrica para los compresores trifásicos. Esto puede realizarse fácilmente utilizando una de las más comunes combinaciones de configuraciones de diseño descritas en el **Cuadro 3**. El compresor scroll realiza un movimiento tanto de cabeceo como de torsión, por lo que se debe suministrar suficiente flexibilidad en la línea para evitar la transmisión de vibraciones a cualquiera de las líneas conectadas a la unidad. En un sistema "split" el objetivo más importante es asegurar la mínima vibración en todas las direcciones en la válvula de servicio para evitar la transmisión de vibraciones a la estructura donde las líneas estén fijadas. Otra diferencia de los compresores Copeland Scroll es que, bajo ciertas condiciones, el movimiento rotativo de arranque normal del compresor puede transmitir un ruido de "impacto" por la línea de succión. Esto puede resultar particularmente pronunciado en los modelos trifásicos debido a su torque de arranque inherentemente mayor. Este fenómeno, al igual que el descrito anteriormente, también es resultante de la falta de suspensión interna y puede ser evitado fácilmente utilizando las técnicas de aislamiento de línea de succión estándar descritas en el **Cuadro 3**. Los fenómenos de ruido descritos anteriormente por lo general no están asociados a los sistemas de bombas de calor porque el aislamiento y la atenuación son suministrados por la válvula inversora y los codos de la tubería.

Características del Arranque Monofásico

Por lo general no se requieren dispositivos de asistencia de arranque, aun cuando el sistema utilice válvulas de expansión sin purga. Debido al diseño inherente de los compresores Copeland Scroll, los componentes de compresión interna siempre arrancan descargados aún cuando las presiones del sistema no estén equilibradas. Además, como las presiones internas del compresor están siempre equilibradas en el arranque, las características de arranque de bajo voltaje resultan excelentes para los compresores

Copeland Scroll. La corriente de arranque en **cualquier** compresor puede resultar en una importante caída de tensión en situaciones donde se trabaje con un suministro pobre de energía. El bajo voltaje de arranque reduce el torque de arranque del compresor y subsecuentemente aumenta el tiempo de arranque. Esto puede causar una caída en la iluminación o un zumbido si el cable es llevado a través de un ducto. Los componentes de arranque descritos en el **Cuadro 7** reducirán substancialmente el tiempo de arranque y, consecuentemente, la magnitud y la duración de la baja en iluminación y el zumbido en el ducto.

Conexión Eléctrica

La orientación de las conexiones eléctricas de los compresores Copeland Scroll está ilustrada en la **Figura 4**. Se dispone de tres opciones de conexión eléctrica para estos compresores. Estas incluyen la conexión a presión de una pieza "Molded Plug" (Enchufe Moldeado), disponible en algunos mercados y el terminal de pala "Quick Connect" (Conexión Rápida), disponible en todos los compresores scroll de este tamaño. Algunos modelos de cuatro toneladas o más también ofrecen la "T-block Screw Connection" (Bloque-T para conexión roscada).

Operación de Vacío Profundo

Los primeros modelos de compresores Copeland Scroll podían fácilmente obtener vacíos bajos si el lado de la succión del compresor estaba cerrado o fuertemente restringido. Esto podría causar un arco que dañará los terminales del Fusite. Los modelos construidos a partir de septiembre de 1991 (Nº de Serie 91I) incorporan una protección interna antivacío y se descargan (dejan de comprimir) cuando la relación de compresión se excede de aproximadamente 10:1. Existe un notable aumento de ruido cuando el scroll comienza a descargarse.

Los compresores Copeland Scroll (al igual que cualquier otro compresor de refrigeración) **nunca deben usarse para evacuar un sistema de refrigeración o de aire acondicionado**. El compresor scroll puede ser utilizado para bombear refrigerante en una unidad siempre que las presiones se mantengan dentro del enmarque operativo indicado en la **Figura 5**. La operación prolongada con bajas presiones de succión resultarán en el recalentamiento de los scrolls y en daños permanentes en los cojinetes del compresor (Refiérase al Boletín de Ingeniería de Aplicación 24-1105 para obtener los procedimientos de evacuación adecuados).

Nomenclatura

La sigla del modelo de los compresores Copeland Scroll incluyen la capacidad nominal aproximada a 60Hz., en condiciones operativas estándar. Un ejemplo podría ser el modelo ZR24K3-TFD, que cuenta con una capacidad de enfriamiento de 24.500 Btu/hr (7 kw.) en las condiciones ARI y refrigeración indicadas de aire acondicionado de alta temperatura al ser operado en 60 Hz. Es de notar que el mismo compresor tendrá aproximadamente 5/6 de esta capacidad, ó 20.200 Btu/hr. (5,9 kw.), al ser operados en las mismas condiciones

y con una corriente de 50 Hz. Por favor refiérase a la literatura sobre el producto para obtener más detalles sobre la información incluida en la sigla del modelo correspondiente.

Temperatura del Casco

Algunos tipos de fallas de sistema, como el bloqueo del ventilador del evaporador o del condensador, pueden causar que la parte superior del casco y la línea de descarga alcancen, breve pero repetidamente, temperaturas que superen los 177°C (350°F) mientras el compresor cicla debido a sus dispositivos de protección interna. Se debe tener cuidado para asegurar que el cableado u otros materiales que puedan ser dañados por esas temperaturas no estén en contacto con esas zonas potencialmente recalentadas.

Conexiones de Succión y Descarga

Los compresores Copeland Scroll cuentan con accesorios de succión y descarga de acero cobreado. Estos accesorios son mucho más resistentes y cuentan con una mayor protección contra pérdidas que los accesorios de cobre utilizados en otros compresores. Los procedimientos de brazing o soldadura fuerte podrían tener que ser diferentes de los usados comúnmente. Refiérase a la **Figura 6** para detalles sobre los procedimientos de soldadura fuerte en la línea de ensamblaje y en compresores ya instalados.

Compresores Scroll Trifásicos

Lo compresores scroll como varios otros tipos de compresores, solamente cumplirán con su función de compresión en una dirección de giro. La dirección de la rotación no es un tema de importancia con los compresores monofásicos ya que éstos siempre entran en marcha y funcionan en la dirección correcta (excepto en los casos descritos en la sección "Breves Interrupciones de Suministro Energético"). Los compresores trifásicos rotarán en cualquier dirección dependiendo de la secuencia de fases. Como existe una posibilidad del 50% de conectar de manera de producir la rotación en el sentido inverso, **es importante incluir avisos e instrucciones en los lugares adecuados para asegurar que la dirección de rotación sea la correcta cuando el sistema sea instalado y operado.** La verificación de la dirección de rotación adecuada se realiza observando que caiga la presión de succión y suba la presión de descarga cuando se energiza el compresor. La dirección reversa resultará en un consumo de corriente substancialmente reducido en comparación con los valores normales.

No existe ningún impacto negativo sobre la durabilidad que se pueda producir por hacer funcionar compresores Copeland Scroll trifásicos en la dirección opuesta por un corto período de tiempo (menos de una hora), pero se puede producir pérdida del aceite. La pérdida del aceite puede ser evitada durante la rotación invertida si las tuberías están instaladas por lo menos 15 cm (6 pulgadas) por encima del compresor. Luego de varios minutos de operación en reversa, se disparará el protector interno del compresor. Si se permite repetidamente el re arranque en reversa sin corregir la

situación, el compresor se dañará permanentemente.

El cableado interno de todos los compresores scroll es idéntico. El resultado de esto es que una vez que se haya determinado la secuencia de fases correcta para un sistema o instalación específicos, la conexión de los cables de alimentación a los terminales Fusite en la misma secuencia mantendrá la dirección de rotación correcta. Debe notarse que el dispositivo de apagado silencioso ("Quiet") usado en los scrolls de cuatro y cinco toneladas sólo entrará en funcionamiento durante el apagado cuando el compresor esté funcionando en reverso por presión de gas. Si el compresor se energiza en reverso, el dispositivo de anti-rotación no entrará en funcionamiento. En este caso, el compresor continuará funcionando en reverso hasta que se abra el dispositivo de protección.

Breves Interrupciones de Suministro Energético

Las breves interrupciones de suministro energético (menos de 0,5 seg.) pueden resultar en la inversión de marcha de los compresores Copeland Scroll monofásicos. Esto se produce porque gas de descarga a alta presión se expande hacia atrás a través de los scrolls durante la interrupción de energía, causando que el scroll orbite en dirección reversa. Cuando se vuelve a conectar la energía eléctrica mientras se está produciendo la rotación en reverso, el compresor puede seguir funcionando en la dirección reversa por algún tiempo antes de que se dispare el protector interno del compresor. Esto no tiene ningún efecto sobre la durabilidad. Cuando el protector reconecte, el compresor arrancará y funcionará normalmente.

Para evitar la interrupción de la operación, se puede usar un control electrónico capaz de percibir las interrupciones breves de suministro energético para apagar al compresor por un corto período de tiempo. Este control puede ser intercalado con otros controles del sistema (como el descongelamiento o el termostato), o puede ser un control individual. Las especificaciones de funcionamiento para este control, así como el diagrama de cableado sugerido, se ilustran en la **Figura 3.**

Como los modelos trifásicos tienen un torque suficientemente alto como para prevenir la rotación en reverso luego de las interrupciones de suministro energético, ninguna demora resulta necesaria.

Procedimiento de Brazing o Soldadura Fuerte en el Ensamblaje

La **Figura 6** se ocupa de los procedimientos adecuados para el brazing o soldadura fuerte de las líneas de succión y descarga de un compresor scroll. **Es importante que exista un flujo de nitrógeno a través del sistema mientras se estén soldando las uniones durante el proceso de ensamblaje del sistema.** El nitrógeno desplaza el aire y evita la formación de óxidos de cobre en el sistema. Si se permite que estos se formen, laminillas de óxido de cobre pueden posteriormente distribuirse por todo el sistema y bloquear los filtros (como los que protegen tubos capilares), las válvulas de expansión y los orificios de retorno de aceite del acumulador. El bloqueo, ya sea de aceite o de refrigerante, puede producir daños que

resulten en la ruptura del compresor.

Procedimiento de Carga de Refrigerante en la Línea de Ensamblaje

Los sistemas deben ser cargados por los lados de alta y de baja simultáneamente. La mayor parte debe cargarse por el lado de alta del sistema para evitar dificultades de arranque con poco voltaje, fallas por alta tensión y deslavado de los cojinetes durante el arranque inicial en la línea de ensamblaje. Lo mejor es cargar solamente vapor en el lado de baja del sistema. No haga funcionar el compresor sin suficiente carga en el sistema como para mantener una presión de succión de por lo menos 0,5 kg/cm² (7psig). No opere con succión restringida. No opere con el presostato de baja puenteado. Si se permite que la presión baje a menos de 0,5 kg/cm² (7 psig) por más de unos pocos segundos se pueden recalentar los scrolls y causar daños a los cojinetes del motor. No use el compresor para probar el punto de ajuste del corte por alta presión. Los cojinetes pueden dañarse antes de que hayan tenido varias horas de funcionamiento normal para un ablande adecuado. Si un compresor monofásico no arrancase en la línea de ensamblaje, el procedimiento de carga puede haber resultado en que los scrolls hayan quedado sellados en la posición de compresión y resulten difíciles de poner en marcha. Estos pueden dejarse de lado por un corto período de tiempo mientras las presiones internas se equilibran, o bien pueden ser arrancados instalando momentáneamente un kit de alto torque de arranque. Los componentes aprobados de arranque están indicados en el **Cuadro 7**. Determine el voltaje de arranque bajo condiciones de rotor bloqueado porque se podría producir una excesiva caída de tensión durante el arranque.

Prueba de "Hipot" (Potencial Alto de CA)

Los compresores Copeland Scroll están configurados con el motor debajo y los componentes de bombeo arriba del casco. Por eso, el motor puede estar más sumergido en refrigerante que en el caso de los compresores tradicionales herméticos cuando se encuentra refrigerante líquido en el casco. En este sentido, el scroll se parece más a un compresor semi-hermético que puede tener su motor horizontal parcialmente sumergido en aceite y refrigerante. Cuando los compresores Copeland Scroll son sometidos a las pruebas de Hipot con refrigerante líquido en el casco, pueden llegar a mostrar mayores niveles de pérdida de corriente que los compresores con los motores en la parte superior. Este fenómeno puede producirse con cualquier compresor cuando el motor esté sumergido en refrigerante. El nivel de pérdida de corriente no presenta ningún problema de seguridad. Para bajar la pérdida de corriente, el sistema deberá ser operado por un breve período de tiempo para redistribuir el refrigerante a una configuración más normal y realizar el ensayo del sistema nuevamente. Refiérase al Boletín AE 4-1294 para consultar los procedimientos del ensayo. Bajo ninguna circunstancia la prueba de Hipot debe realizarse cuando el compresor esté en vacío.

Desoldadura de los Componentes del Sistema

¡Tenga cuidado! Antes de abrir un sistema es importante retirar todo el refrigerante tanto del lado de alta como del lado de baja. Si la carga de

refrigerante es retirada de una unidad equipada con scrolls purgando solamente un lado, es muy posible que alguno de los dos lados del sistema quede presurizado. Si en estos casos se usa un soplete de soldadura por brazing para desconectar las tuberías, el refrigerante presurizado y la mezcla de aceite pueden encenderse al escapar y entrar en contacto con la llama de la soldadura. **Es importante chequear tanto el lado de alta presión como el de baja presión con un juego de manómetro antes de desoldar.**

Se deben suministrar instrucciones en la literatura correspondiente al producto y en las zonas de ensamblaje (reparación en línea). Si resultase necesario retirar el compresor, es preferible cortar la tubería de conexión antes que desoldar. Refiérase a la **Figura 6** para el procedimiento adecuado de retiro del compresor.

Control de Funcionamiento del Copeland Scroll

Probar el funcionamiento del compresor con la válvula de servicio de succión cerrada, para verificar la mínima presión de succión asequible no es un indicador del funcionamiento del compresor. **Tal prueba dañará al compresor scroll.** El siguiente procedimiento de diagnóstico deberá usarse para evaluar si un compresor Copeland Scroll está funcionando correctamente:

1. Debe verificarse que el voltaje que llega a la unidad sea el adecuado.
2. Deberán realizarse los controles normales de continuidad del bobinado del motor y de corto a tierra para determinar si se ha abierto el protector inherente de sobre carga del motor o si se ha producido un corto entre espiras o la puesta a tierra del motor; en este caso, el compresor deberá dejarse enfriar lo suficiente como para permitir su *reset*.
3. Se debe verificar el funcionamiento correcto de ventiladores de interiores y exteriores.
4. Ponga en marcha el compresor con los manómetros de baja y alta conectados a succión y descarga respectivamente. Si la presión de la succión cae por debajo de los niveles normales, el sistema se encuentra en situación de poca carga o existe un bloqueo en el sistema.
5. **Compresores Monofásicos**

Si la presión de succión no baja y la presión de descarga no sube a los niveles normales, la válvula inversa (si estuviese instalada) o el compresor tienen fallas. Siga el procedimiento normal de diagnóstico para controlar la operación de la válvula de contramarcha.

Compresores Trifásicos

Si la presión de succión no baja y la presión de la descarga no sube a los niveles normales, invierta dos fases cualesquiera de la alimentación de energía del compresor y vuelva a energizar para asegurarse que el compresor no este cableado como para funcionar en contramarcha. Si las presiones todavía no se mueven hacia los niveles normales, ya sea la válvula de inversión (si estuviese instalada) o el compresor no están funcionando correctamente. Reconecte los conductores del compresor de la forma originalmente configurada y siga los procedimientos normales de diagnóstico para

verificar la operación de la válvula de inversión.

6. Para verificar si el compresor está bombeando correctamente, el consumo de corriente del compresor debe ser comparado con las curvas establecidas de rendimiento del compresor, usando las presiones y voltajes operativos del sistema. Si las corrientes promedio medidas se desvían en más o en menos de un 15% de los valores establecidos seguramente nos encontramos con un compresor con fallas. Un desequilibrio de corriente que exceda el 15% del promedio de las tres fases en un compresor trifásico requerirá de una investigación más profunda. Una secuencia de instrucciones más amplia para la detección y reparación de averías de compresores y sistemas puede encontrarse en la Sección H del Manual Eléctrico de Copeland.
7. **Antes de cambiar o devolver un compresor:** Asegúrese de que el compresor efectivamente tenga algún defecto. Como mínimo, vuelva a controlar el compresor devuelto del campo en el taller o depósito, realice la prueba de alto potencial y controle la resistencia del bobinado y pruebe si es capaz de arrancar antes de devolverlo a Copeland. Más de la tercera parte de los compresores devueltos a Copeland para un análisis de garantía resultan no falla alguna. Simplemente fueron mal diagnosticados en el campo como defectuosos. El reemplazo de compresores en buen estado de funcionamiento resulta en gastos innecesarios para todos.

Compresores Scroll en Tándem de 8 a 13,5 Toneladas

El límite de carga de refrigerante para compresores tándem de 8 a 13,5 toneladas es de 5,4 kg., (12 libras). Una unidad trifásica con una carga de más de doce libras debe tener a ambos compresores equipados con calefactores de cárter. Los compresores modelos ZRT92 a ZRT122 están montados sobre rieles utilizando los tacos habituales de caucho. Los compresores modelos ZRT136 a ZRT162 están montados sobre rieles utilizando los tacos habituales de montaje de acero sólido. Estos montajes están instalados en fábrica y no deben desajustarse. Si fuese necesario ajustar estos montajes ajústelos a 14 NM (125 pulg/lb). Pueden usarse los orificios en los rieles de montajes para montar tacos aislantes debajo de todo el tándem.

Se debe colocar una válvula retención en la línea de descarga común cuando se desee realizar el *pumpdown*.

Ambos compresores deben estar al mismo nivel para evitar que el aceite migre hacia el compresor más bajo a través de la línea de ecualización de aceite.

Los compresores pueden ciclarse individualmente.

Los compresores no deben ser cambiados en el campo individualmente. Si fuese necesario reemplazar un compresor, todo el tándem de la unidad del compresor debe ser reemplazado. Compresores individuales de reemplazo configurados para uso en tándem pueden no estar disponibles. Refiérase a la sección siguiente para más detalles sobre el reemplazo de compresores en el campo.

Cambio del Compresor después de la Quemadura del Motor

En el caso de quemadura del motor, la mayor parte del

aceite contaminado será retirado junto con el compresor. El resto del aceite será limpiado mediante el uso de filtros deshidratadores de las líneas de succión y de líquido. Se recomienda el uso de un filtro de succión con carga de al 100% alúmina activada, que debe ser retirado después de 72 horas. Refiérase al Boletín de Ingeniería de Aplicación 24-1105 para más detalles sobre los procedimientos de limpieza y al Boletín AE 11-1297 para las recomendaciones sobre el filtro deshidratador de la línea de líquido. **Recomendamos enfáticamente que el acumulador de succión sea reemplazado, si el sistema cuenta con el mismo.** Esta recomendación es porque la placa de orificio o pantalla de retorno de aceite del acumulador pueden quedar taponadas con desechos después de una falla del compresor. Esto resultará en la falta de retorno de aceite al compresor de reemplazo, y por lo tanto en una segunda avería.

Puesta en Marcha de un Compresor Nuevo o de Recambio

Al cargar un sistema, es una buena práctica de servicio cargar refrigerante líquido solamente en la parte de alta y cargar la parte de baja del sistema solamente con vapor. No es bueno para ningún compresor que refrigerante líquido de un cilindro refrigerante entre en el cárter del compresor. **No ponga en marcha el compresor mientras el sistema esté en vacío profundo.** Puede producirse un arco interno cuando un compresor Scroll es puesto en marcha en vacío. **No haga funcionar el compresor sin suficiente carga de sistema como para mantener, al menos, una presión de succión de 0,5 kg/cm² (7 psig). No lo haga funcionar con una succión restringida. No lo haga funcionar con el presostato de baja empalmado puentado.** Permitir que las presiones de succión bajen a menos de 0,5 kg/cm² (7 psig) por más de unos pocos segundos puede recalentar los scrolls y causar daños prematuros de cojinetes. Nunca instale un sistema en el campo dejándolo sin atender, sin carga, sin una carga de retención o con las válvulas de servicio cerradas sin haber bloqueado el sistema. Esto evitará que personal no autorizado haga funcionar accidentalmente el sistema con el riesgo potencial de arruinar el compresor al hacerlo funcionar sin flujo de refrigerante.

Pruebas de Retorno Excesivo de Refrigerante Líquido

Las siguientes pruebas son para las configuraciones de sistema y niveles de carga identificados en el **Cuadro 1**, que necesitan de pruebas especiales para verificar que no necesitan un acumulador. La **Figura 1** debe ser usada para determinar la eficacia de un acumulador. La temperatura del cárter del compresor durante cualquier prueba en donde el supercalentamiento del gas de retorno sea prácticamente nulo, debe siempre ajustarse a los parámetros de la **Figura 1**.

Para probar si existe un **excesivo y continuo retorno de refrigerante líquido**, es necesario ensayar el sistema en una sala de pruebas en condiciones donde se produzca un retorno parejo de refrigerante líquido (operación de calefacción con baja temperatura externa). Se deben pegar o soldar (termocuplas) en el centro del fondo de la carcasa y en las líneas de succión y descarga a unos 15 cm (6 pulgadas) del casco. Estas termocuplas deben estar aislados del aire ambiente con Permagum® u otro aislante térmico para poder tener registros verdaderos de las temperaturas del casco y de línea. Si el sistema está diseñado para ser cargado en el campo,

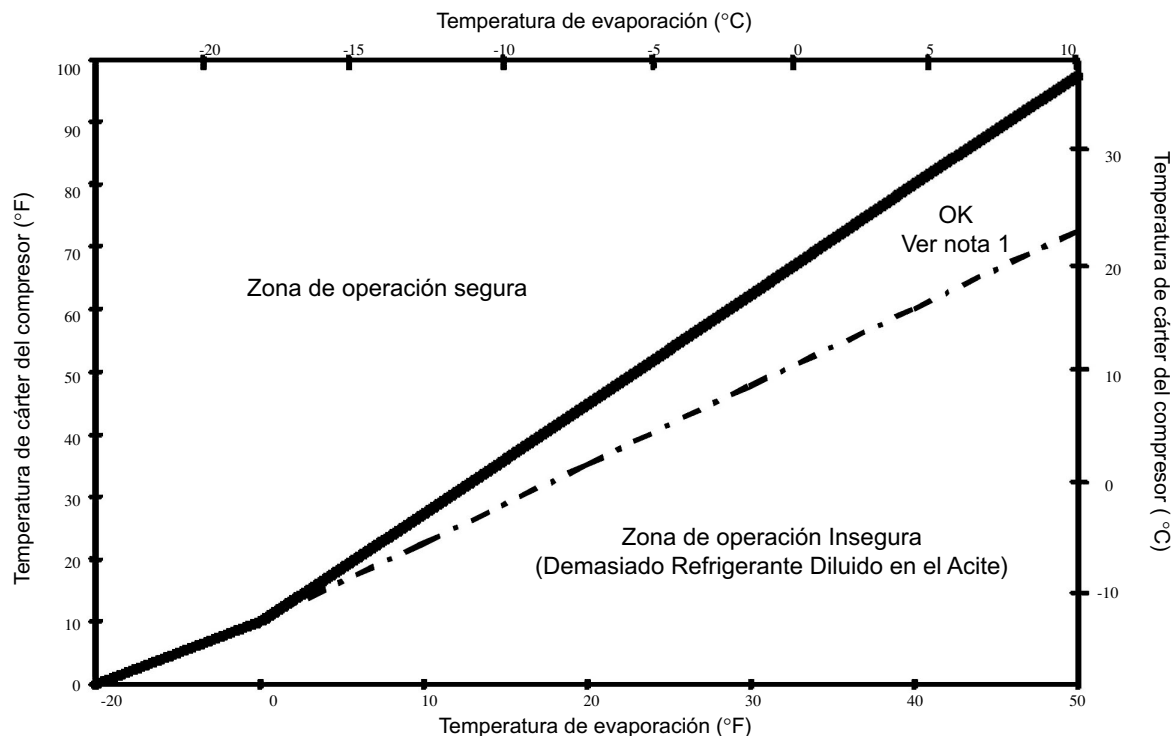
deberá ser sobrecargado en un 15% durante esta prueba para simular la sobrecarga comúnmente encontrada en las instalaciones reales.

Se debe hacer funcionar el sistema en calefacción a una temperatura interior de 21°C (70°F) y a temperaturas exteriores extremas -18°C (0°F), o menos para producir las condiciones de excesivo retorno de refrigerante líquido. Las presiones y las temperaturas de succión y descarga, así como la temperatura del cárter, deben ser registradas. Se debe permitir que el sistema se escarche por varias horas (puede resultar necesario desactivar el control de deshielo y rociar con agua la serpentina exterior) para producir que la temperatura de succión saturada baje a menos de -23°C (-10°F). La temperatura del cárter del compresor debe mantenerse por encima de la temperatura ilustrada en la **Figura 1**, de lo contrario, se deberán realizar cambios de diseño para reducir la cantidad de retorno excesivo de refrigerante líquido. Si se usa un acumulador, se recomienda un orificio de retorno de aceite de 1 a 1,4 mm (0,04 a 0,055 pulg) de diámetro. (Refiérase a la información sobre Acumuladores en Consideraciones de Aplicación y en el boletín de Ingeniería de Aplicación de Copeland 11-1247). Aumentar el volumen de la serpentina interior, el flujo de aire exterior, la reducción de la carga de refrigerante, la disminución del capilar del diámetro ó del orificio, y el agregado de un compensador de carga también pueden usarse para reducir el excesivo y continuo retorno de refrigerante líquido.

Para ensayar el fenómeno de **repetido y excesivo retorno de líquido** durante los ciclos de parada normales del sistema, realice la prueba de "Aplicación en el Campo". Solicite un compresor de muestra con un tubo visor lateral para poder medir el nivel de líquido en el compresor. Arme el sistema con una configuración que tenga la unidad interior elevada varios pies por encima de la unidad exterior con 8 metros (25 pies) de tuberías de conexión sin sifones entre las unidades interior y exterior. Si el sistema está diseñado como para ser cargado en el campo, deberá ser sobrecargado en un 15% durante esta prueba, para simular las condiciones de sobrecarga comúnmente encontradas en instalaciones reales. Ponga en marcha el sistema en el modo enfriamiento a las condiciones de temperatura ambiente exterior, y con los tiempos de ciclo de funcionamiento y parada y con el número de ciclos especificados en el **Cuadro 2**. Registre la altura del líquido en el compresor en el arranque de cada ciclo de marcha, así como cualquier disparo del protector o cualquier parada por bloqueo del compresor durante cada prueba. Revise los resultados comparándolos con las especificaciones de la Ingeniería de Aplicación de Copeland para determinar si se requiere un acumulador para esta aplicación. El criterio de aprobación o desaprobación es si el nivel de líquido llega a la altura del accesorio de succión del scroll del compresor en el lado del casco. Niveles de líquido más altos que el accesorio de succión, permiten que el aceite del compresor flote en la parte superior del refrigerante y sea ingerido por los scrolls y bombeado fuera del compresor.

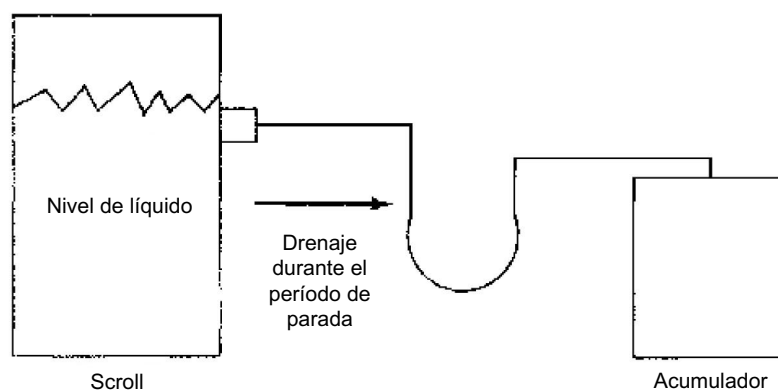
Grafico de Dilución del Aceite

Temperatura máxima de aceite 93°C (20°F)



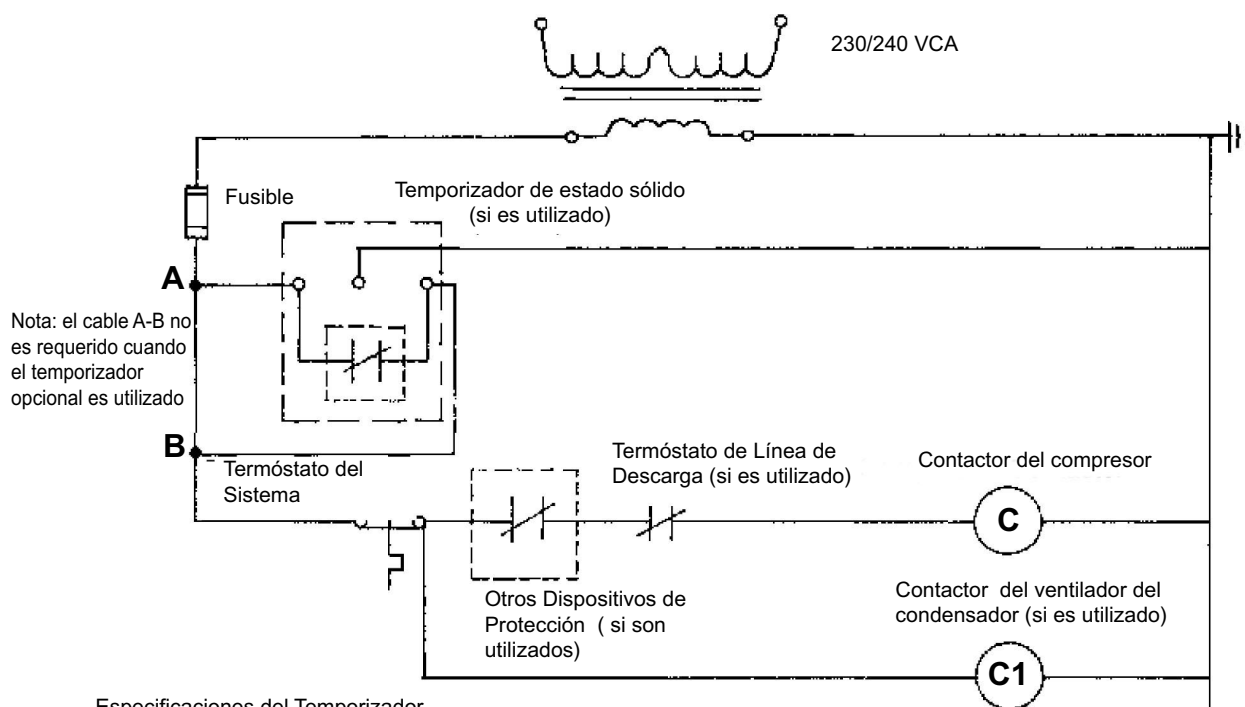
Nota 1: La operación en esta zona de dilución de refrigerante es segura en el modo de calefacción en bombas de calor aire-aire. Para otras aplicaciones, como la de aire acondicionado sólo revise el dispositivo de expansión para aumentar el sobrecalentamiento. Un cárter frío puede resultar en alta migración de refrigerante con el equipo apagado.

Figura 1



Para evitar daños de arranque inundado en los Scrolls trifásicos debido a migración de refrigerante, el acumulador puede estar configurado en algunos sistemas para permitir un libre drenaje del compresor al acumulador durante los periodos de parada. Cuando la configuración antemencionada no resulta posible y la carga de la unidad supera el límite ilustrado en el Cuadro 5, se requiere un calefactor de cárter.

Figura 2



Especificaciones del Temporizador

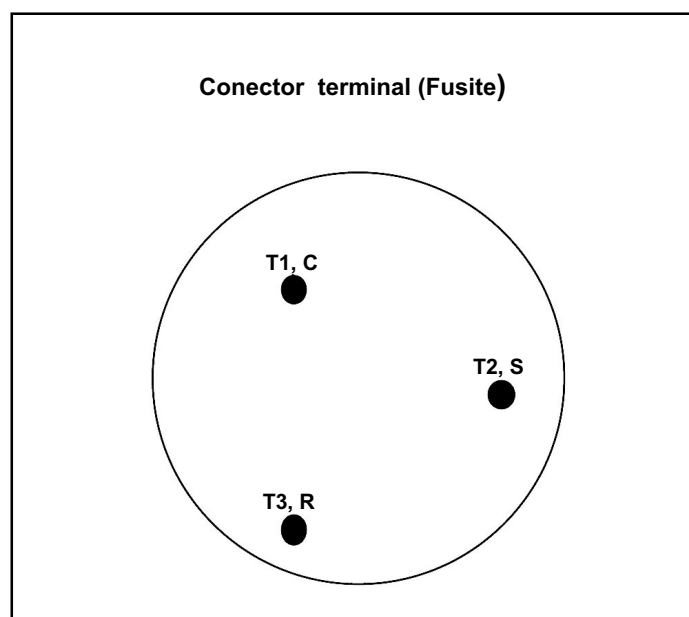
El timer abre

Un ciclo eléctrico (0,016 seg. en operación de 60HZ) después de cortar el suministro energético

El timer cierra

Poco más de 5 segundos después, al margen de que el suministro energético vuelva o no.

Figura 3



Identificación de Terminales de los motores

Figura 4

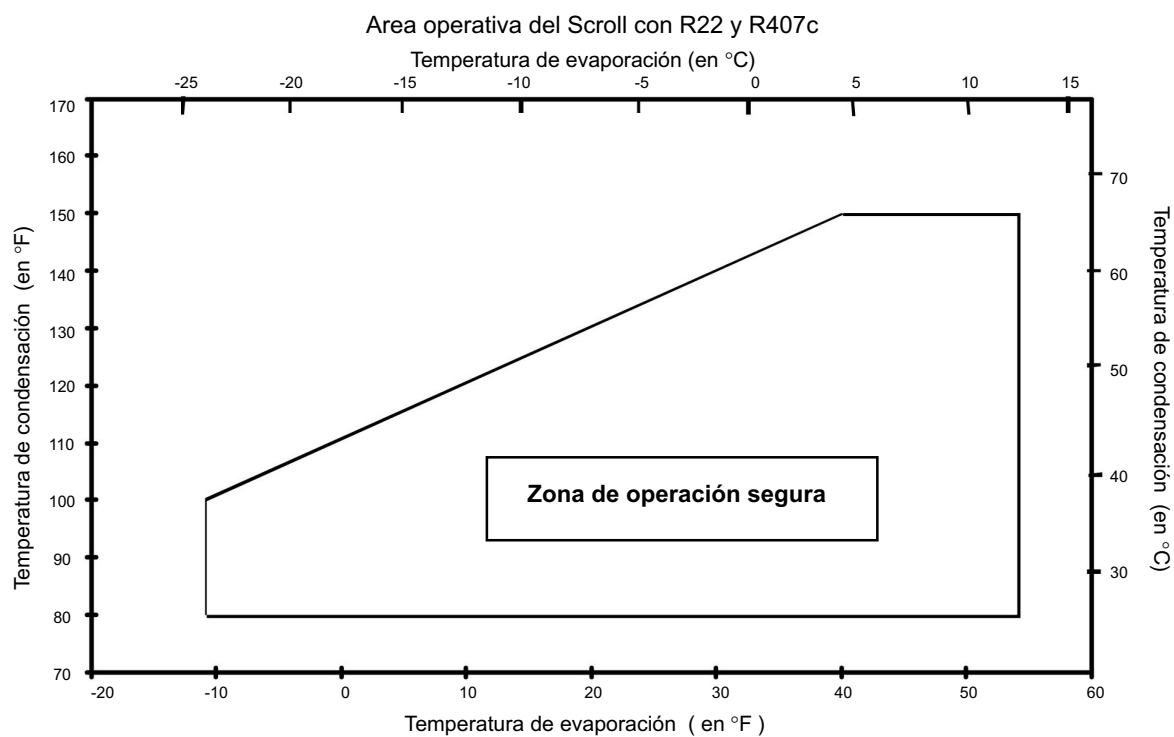
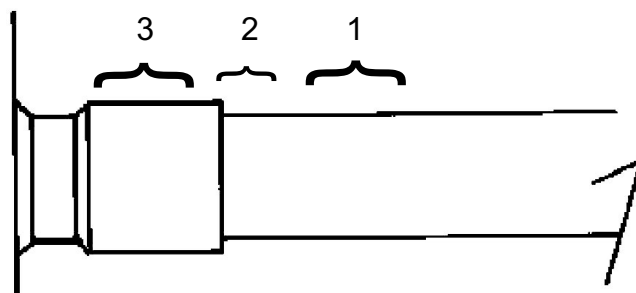


Figura 5

Nuevas Instalaciones

- * El tubo de succión de acero cabreado de los compresores scroll puede ser soldado por brazing aproximadamente de la misma manera que cualquier tubo de cobre.
- * Materiales recomendados para soldadura: Se recomienda cualquier material, preferiblemente con un mínimo de plata del 5%, aunque el 0% de plata es también aceptable.
- * Asegúrese que el D.I. del accesorio del tubo de succión y el D.E. del tubo de succión estén limpios antes del ensamblaje. Si estuviese presente una película de aceite, limpie con alcohol desnaturalizado, diclorotrifluoretano u otro solvente adecuado.
- * Utilice un soplete de dos puntas para aplicar calor en la Zona 1. Mientras el tubo alcanza la temperatura de soldado, mueva la llama del soplete a la Zona 2.
- * Caliente la Zona 2 hasta que se consiga la temperatura de soldado, moviendo el soplete hacia arriba y hacia abajo y alrededor de tubo según sea necesario para calentar el tubo de forma pareja. Agregue el material de aporte a la unión mientras mueve el soplete alrededor de la misma para que el material de aporte se distribuya en forma pareja alrededor de toda la circunferencia.
- * Luego de que el material se haya distribuido alrededor de la unión, mueva el soplete para calentar la Zona 3. Esto arrastrará al material de aporte dentro de la unión. El tiempo utilizado para calentar la Zona 3 debe ser mínimo.
- * Como con cualquier unión soldada por brazing, el sobrecalentamiento puede resultar perjudicial al resultado final.

Soldadura por Brazing del Tubo de Succión del Scroll



Servicio en Equipos Instalados

- * Para desconectar: Retire el refrigerante tanto del lado de alta como del lado de baja del sistema. Corte la tubería cerca del compresor.
- * Para reconectar:
 - * Materiales recomendados para soldadura: aleación con un mínimo de 5% de plata o material de aporte de plata con fundente.
 - * Inserte un tramo corto de tubería en las conexiones cortadas y una al sistema mediante accesorios de tubería.
 - * Siga las instrucciones de soldadura ilustradas en **Nuevas Instalaciones**.

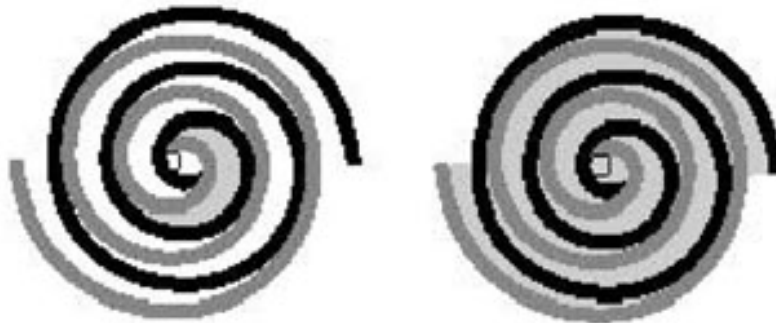
Figura 6



La compresión en el scroll se crea por la interacción de un espiral orbitante y un espiral estacionario. El gas penetra por las aberturas externas mientras uno de los espirales orbita.

Los bolsillos abiertos se sellan y el gas es conducido hacia el interior del espiral.

Mientras el espiral continúa orbitando, el gas se comprime en dos bolsillos que se achican progresivamente.



La presión de descarga se alcanza en el momento en que el gas llega al puerto central.

En realidad, durante la operación hay seis bolsillos de gas que se encuentran en diferentes etapas de compresión, lo que resulta en una succión y descarga casi constante.

Cómo Funciona un Scroll

El scroll es un concepto simple de compresión patentado por primera vez en 1905. El scroll es un espiral envolvente que, al hermanarse con otro espiral de la manera indicada anteriormente, genera una serie de bolsillos de gas con forma de media luna entre ambas piezas. Durante la compresión, un scroll queda estacionario (scroll fijo) mientras que al otro (scroll orbitante) se le permite orbitar pero no rotar. Al producirse este movimiento los bolsillos entre las dos formas son empujados hacia el centro de los dos scrolls,

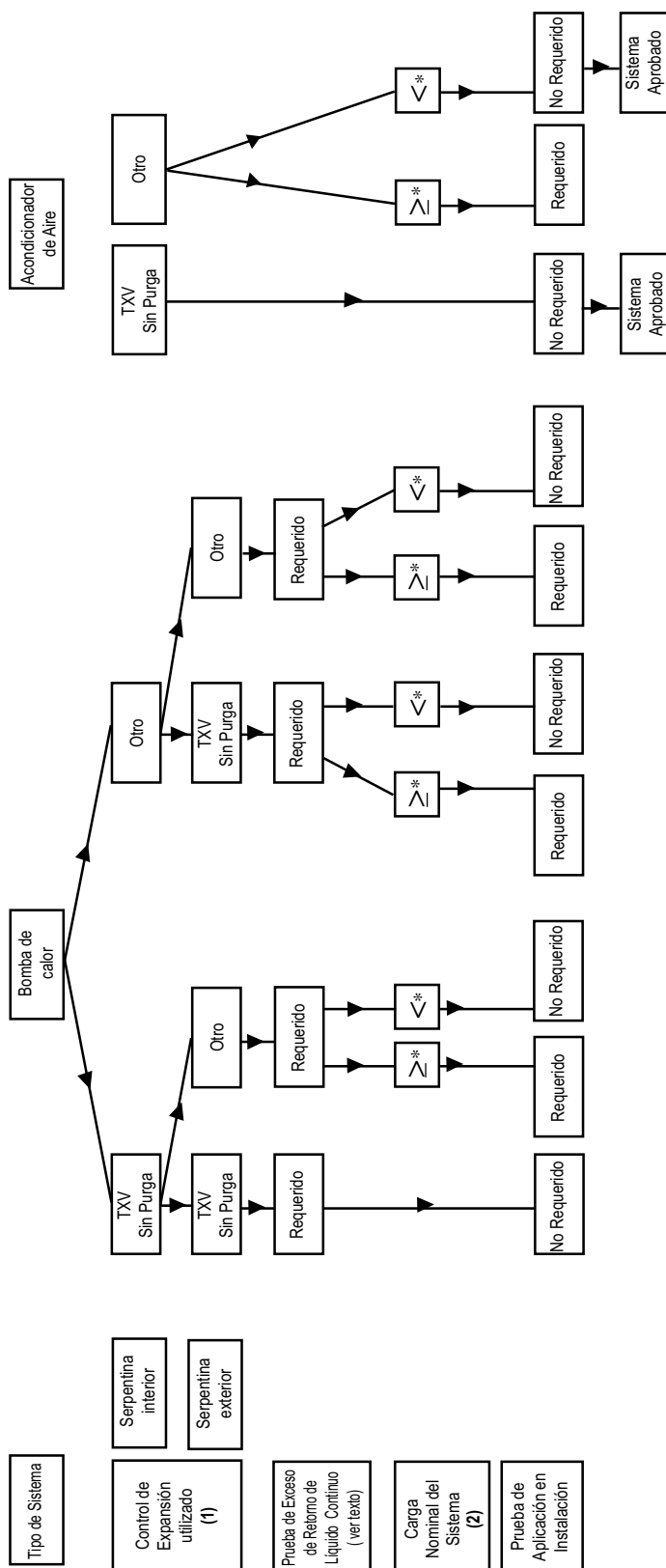
mientras que simultáneamente se van reduciendo en volumen.

Cuando el bolsillo llega al centro del espiral, el gas, que ahora está a alta presión, es descargado por un puerto ubicado en el centro. Durante la compresión, varios bolsillos son comprimidos simultáneamente, lo que resulta en un proceso muy fluido. Tanto el proceso de succión (parte exterior de los miembros del scroll) como el proceso de descarga (parte interior) son continuos.

Principio Operativo del Scroll

Figura 7

Cuadro 1
Diagrama de Aplicación del Compresor de Scroll



(1) Otros incluye: TXV con purga, tubos capilares y orificios fijos.

(2) La "Carga Nominal del Sistema" se define como la carga de diseño para un sistema.

Nota: Refiérase al texto para los requerimientos de calentador de cárter.

* 120% del límite de carga de refrigerante indicado en Cuadro 5.

Cuadro 2 Prueba de Aplicación en Instalación

Opere el sistema como sería operado en una instalación real, haciendo ciclar la unidad on y off las veces y del modo indicado para cada temperatura ambiente.

Temperatura Ambiente Exterior	29°C (89°F)	35°C (95°F)	40°C (105°F)
Tiempo del Sistema en On (minutos)	7	14	54
Tiempo del Sistema en Off (minutos)	13	8	6
Número de Ciclos On/Off	5	5	4

Cuadro 3

Configuración Recomendada	
Componente	Descripción
Configuración de tubería	Curva para absorber vibraciones
Válvula de Servicio	“Válvula en ángulo” fijada a la unidad
Amortiguador de Succión	No requerido

Configuración Alternativa	
Componente	Descripción
Configuración de tubería	Curva cerrada de radio corto
Válvula de Servicio	“Válvula recta” no sujeta a la unidad
Amortiguador de Succión	Puede ser requerido (Actúa como masa inercial)

Cuadro 4 Capacitores de Marcha Recomendados para Reemplazos en el Campo de un ZR*K1 o K2 por un ZR*K3, K4 o KC

	K1	K2	K3	K4	KC
ZR18	25µf/370 voltios		30µf/370 voltios	35µf/370 voltios	30µf/370 voltios
ZR23	30µf/370 voltios		40µf/370 voltios	35µf/370 voltios	35µf/370 voltios
ZR36	35µf/370 voltios		40µf/370 voltios		30µf/440 voltios
ZR28	35µf/370 voltios		45µf/370 voltios		35µf/440 voltios
ZR34	30µf/440 voltios		50µf/370 voltios		40µf/370 voltios
ZR40	30µf/440 voltios		55µf/370 voltios		40µf/440 voltios
ZR46		40µf/440 voltios	60µf/370 voltios		
ZR49		40µf/440 voltios	60µf/370 voltios		45µf/440 voltios
ZR57		55µf/440 voltios	80µf/370 voltios		60µf/370 voltios
ZR61		55µf/440 voltios	80µf/370 voltios		60µf/370 voltios

Cuadro 5
Límites de Carga de Refrigerante del Compresor

STAR (Plataforma 54)	ZR16KC/4 a ZR24KC/4	2,7 kg. (6 libras)
QUANTUM (Plataforma 63)	ZR18K3/28KC a ZR48KC/3	3,6 kg. (8 libras)
QUEST (Plataforma 70)	ZR46KC/3 a ZR81KC	4,5 kg. (10 libras)
QUEST TANDEM	ZRT92 a ZRT162	5,5 kg. (12 libras)

Cuadro 6
Calentadores de Cáster

Modelos Copeland	NºParte Copeland	NºParte Tutco	Voltios	Watts	Largo de los cables deconexión
Star: ZR16K4/KC – ZR24K4/KC	018-0052-00	02-6319-00	240	40	21 pulgadas
	018-0052-01	02-6319-02	120	40	21 pulgadas
Quantum: ZR18K3 – ZR24K3	018-0053-00	02-6328-00	240	70	21 pulgadas
ZR26K3 - ZR48K3	018-0053-01	02-6329-03	480	70	21 pulgadas
ZP23K3 – ZP41K3/KC	018-0053-02	02-6328-06	575	70	21 pulgadas
Quest: ZR46K3/KC – ZR61KE/KC	018-0053-04	02-6330-00	240	70	48 pulgadas
ZR67KC – ZR81KC	018-0053-05	02-6330-03	480	70	48 pulgadas
ZP54K3E	018-0053-06	02-6330-06	575	70	48 pulgadas

Componentes de Arranque Aprobados para Compresores Scroll

(ASPEN) ZR18K a ZR40K1

capacitor de arranque	014-0036-03	88-108 mfd / 330 vac	
relé voltimétrico	040-0001-88	pu 240 – 260 voltios do 60-121 voltios 420 voltios bobinado	GE 3ARR3CT6V5

(STAR) ZK16K4/KC A ZR24K4/KC (QUANTUM) ZR18K3/KC – PFV/PFJ A ZR42K3/KC – PFV/PFJ, ZR45KC-PFV y ZR47KC-PFV, ZP23 A ZP44 (PFV/PFJ)

capacitor de arranque	014-0036-03	88-108 mfd / 330 vac	Uso con modelos Star y Quantum excepto (1)
	014-0006-12	175-216 mfd/330 vac	(1)Uso c/Z40KC, ZR45KC ZR47KC/K3, ZR48K3-PFV
relé de potencial	040-0001-79	pu 170 – 180 voltios do 40-90 voltios 322 voltios bobinado	GE 3ARR3CT3P5 Uso c/todos los modelos excepto (2)
	040-0001-68	pu 240 – 260 voltios do 60-121 voltios 420 voltios bobinado	GE 3ARR3CT6V5 (2) Uso c/ ZR48KC-PFV

(QUEST) ZR46K2 a ZR61K2

capacitor de arranque	014-0006-10	270-324 mfd / 330 vac	
relé de potencial	040-0001-69	pu 320 - 340 voltios do 60-135 voltios 502 voltios bobinado	GE 3ARR3CT4D5

(QUEST) ZR46K3/KC –PFV/PFJ a ZR68K3/KC – PVF/PFJ, ZP54K3E-PFV

capacitor de arranque	014-0006-10	270-324 mfd / 330 vac	
relé de voltimétrico	040-0001-69	pu 320 - 340 voltios do 60-160 voltios 375 voltios bobinado	GE 3ARR3CT4D5