

# Reduciendo la Caída de Presión en Líneas de Succión

## Válvulas reguladoras de succión, en conjunto con motores de pasos, pueden reducir caídas de presión en las líneas de succión y mejorar la eficiencia

Por Pat Bundy, Ingeniero de Aplicación-Refrigeración de Supermercados, Sporlan Division of Parker Hannifin

Fabricantes de sistemas y mostradores refrigerados continuamente se esfuerzan por mejorar la eficiencia de los equipos. Una mejora reciente ha sido un mostrador que funciona más eficientemente operando a presiones de succión más altas. Pérdidas de eficiencia son causadas por una presión de succión más baja en la entrada del compresor, requiriendo más caballaje para obtener el mismo efecto neto de refrigeración.

En adición, usted debe recordar que la caída de presión en la línea de succión resulta en una penalidad de energía que no debe ser ignorada. En este artículo discutiremos métodos para minimizar la caída de presión en la línea de succión y aumentar los puntos de ajuste de la succión común.

Efecto de la caída de presión	Caída de Presión en la Línea de Succión		
	Presión de succión	Presión de evaporación	Presión de descarga
	Porcentaje de Pérdida de Capacidad del Compresor		

La tabla ilustra el porcentaje de pérdida en la capacidad del compresor al operar la presión de succión común por debajo de las condiciones de diseño. Esto puede también interpretarse como el incremento porcentual en el caballaje requerido para la misma carga térmica debido a las caídas de presión en la línea de succión.

### Reseña Histórica de las EPR

Las válvulas reguladoras de presión de evaporador han sido utilizadas por años en aplicaciones de supermercado en sistemas de multi-temperatura en donde evaporadores de diferentes temperaturas necesitan operar desde una presión de succión común. El propósito de una válvula EPR es el de controlar la presión de evaporador o presión a la entrada de la válvula a un nivel para poder obtener temperaturas de salida del aire deseadas en los mostradores refrigerados.

Hace años, las válvulas EPR eran grandes, voluminosas, accionadas por orificio piloto interno y requerían de varios psi de caída de presión para abrir a su capacidad nominal. La introducción de las válvulas accionadas externamente en los 1980s mejoró enormemente la eficiencia de los sistemas al minimizar la caída de presión en la línea de succión. Esto se logró al utilizar el gas de descarga a alta

presión para accionar una válvula normalmente abierta. Estas válvulas se mantienen abiertas por un resorte y son forzadas a cerrar por efecto de la presión de descarga.

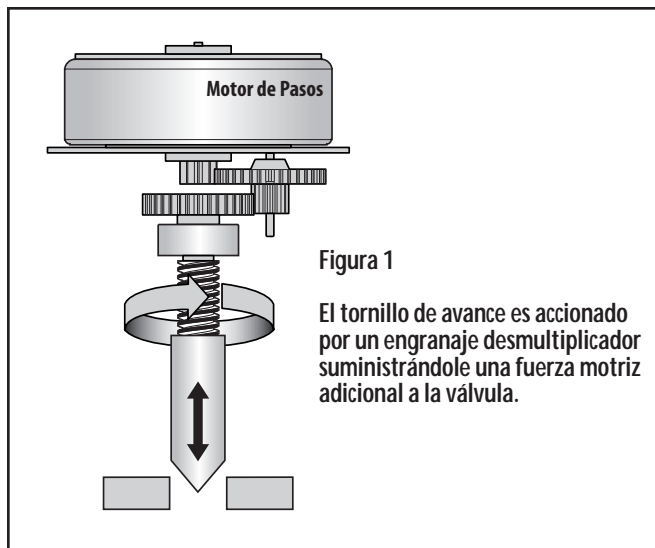
La introducción de las válvulas EPR accionadas externamente permitió que fabricantes y dueños de supermercados lograran un ahorro energético debido a las pequeñas caídas de presión a las que estas válvulas pueden operar. El sangrado a través del orificio a la línea de succión es mantenido al mínimo por medio de un orificio pequeño. Recientes mejoras a las válvulas accionadas por orificio piloto interno ha ayudado a reducir la caída de presión requerida para abrir estas válvulas. Sin embargo, accionar una válvula EPR requiere de una caída de presión para válvulas accionadas internamente, o de gas de descarga para válvulas accionadas externamente.

El control de la presión con válvulas accionadas por orificio piloto era tal, que se mejoró el control de la temperatura del evaporador. Además de controlar el flujo a través del evaporador, estas válvulas también tienen la habilidad de cerrar para el descarche en sistemas con descarche por gas caliente. Las válvulas EPR accionadas por orificio piloto pueden también ser accionadas para abrir completamente en aplicaciones de temperatura dual utilizando una válvula solenoide pequeña en el orificio piloto para válvulas accionadas externamente, o incorporar una apertura eléctrica para válvulas accionadas internamente.

La industria de los supermercados tiene como finalidad el controlar la temperatura del aire a la salida del evaporador en vez de la presión del mismo. En Estados Unidos, la Administración de Comida y Drogas con sus códigos de comida concernientes a la temperatura de los productos, está impulsando con mayor interés un control preciso de la temperatura del aire a la salida del evaporador.

Una nueva generación de válvulas reguladoras de succión ha sido diseñada para lograr un control preciso de la temperatura de los mostradores refrigerados en los supermercados. Estas válvulas son operadas por un motor de pasos y comúnmente son conocidas como un regulador eléctrico de presión de evaporador (EEPR).

Aunque estas válvulas son conocidas como reguladores de presión de evaporador, realmente controlan la temperatura del aire a la salida del evaporador en los mostradores refrigerados. Las EEPR regulan la presión de saturación del evaporador para proveer la temperatura requerida en el sensor de temperatura de salida del aire en el mostrador refrigerado. Las válvulas actualmente están accionadas por un motor de pasos bipolar. Un controlador, que continuamente monitorea la



temperatura de salida del aire junto con otros parámetros del sistema para accionar las válvulas.

## Operación del Motor de Pasos

El motor de pasos opera moviendo el motor en intervalos graduales; no gira continuamente sino que se detiene en posiciones predeterminadas por el algoritmo del controlador. Su nombre se deriva de estos intervalos o pasos usados. Un motor muy común usado para accionar estas válvulas es, el motor bipolar, debido a su par de torsión y eficiencia para un motor de su tamaño y potencia eléctrica.

Motores de pasos bipolares son construidos con dos bobinados separados. Estos dos bobinados son energizados de tal manera que el imán permanente del rotor del motor se alinea con un conjunto de polos electromagnéticos y se detiene. Los motores de pasos con imanes permanentes mantendrán la válvula en la misma posición al perder la corriente eléctrica.

Este efecto de Òfrenó permite que los controladores sean simples y usen menos energía. El controlador puede continuar suministrando corriente eléctrica en secuencia a los bobinados para rotar (avanzar pasos) el motor. Dependiendo de la secuencia de la corriente eléctrica a los bobinados, los motores rotarán en el sentido de las manecillas de reloj o en sentido contrario.

Un motor de pasos puede tener hasta 100 electroimanes alrededor del rotor resultando en una rotación angular tan pequeña como 3.6 grados entre intervalos o pasos. Entonces el motor acciona un tornillo de avance que convierte el movimiento angular en un movimiento lineal con una resolución tan fina como 0.0000783 pulgadas por paso (0.002 mm por paso). El tornillo de avance puede abrir o cerrar directamente la válvula o puede pasar por un engranaje desmultiplicador para suministrarle una fuerza motriz adicional a la válvula (ver Figura 1).

Debemos hacer notar que los motores bipolares tienen cuatro alambres de colores. El controlador cambia la polaridad

en los alambres para accionar el motor en la dirección apropiada. Los cuatro alambres de colores representan 16 posibles combinaciones al conectar los alambres al controlador. Solamente cuatro combinaciones accionarán el motor apropiadamente. Otras cuatro combinaciones lo harán girar en sentido contrario y las otras ocho evitarán que el motor cambie de paso. Para conectar apropiadamente el motor, refiérase al manual de servicio e instalación del fabricante del controlador.

La cantidad de pasos que abre una válvula son almacenados por el controlador y este puede hacer que la válvula retorne a cualquier posición anterior en cualquier momento. Al transcurrir el tiempo, la posición del motor de pasos y la posición del controlador puede diferir ligeramente en algunos pasos. Esto es debido al deslizamiento encontrado en todos los motores. Ya que el controlador continúa modulando la válvula en respuesta a la temperatura, la válvula continúa controlando la temperatura predeterminada deseada (ver fotografía a la derecha).

Para prevenir que el posicionamiento del controlador y el motor de pasos difieran grandemente estos son sincronizados periódicamente. Esto se realiza cada vez que la válvula recibe la instrucción de cerrar para el descarche o que se mueva a la posición del 0% de apertura. Al ocurrir esto, el controlador hará que la válvula se mueva en la dirección de cerrado un 5 a 10% más allá de su última posición conocida.

La válvula está diseñada para esta característica de recorrido adicional sin que sufra daños el motor de la válvula o su mecanismo de empuje. Típicamente, válvulas con motor de pasos también reciben la instrucción de cerrar más allá del 5 a 10% cada vez que el controlador es energizado. Esto permite que el controlador y la válvula se sincronicen en el arranque o después de una falla eléctrica.

Motores de pasos han sido utilizados por muchos años en aplicaciones con enfriadores de agua como EEVÓs (Válvulas de Expansión Eléctricas). La válvula reguladora de presión de evaporador accionada por motor de pasos ha sido utilizada en refrigeración de transporte por varios años en contenedores refrigerados y unidades de camión/remolque debido a su resistencia a la corrosión, diseño robusto y su habilidad de ser controlada fácilmente.

El control proporcionado por motores de pasos ofrece un control más preciso de temperatura como es requerido en contenedores refrigerados para transporte marítimo que deben almacenar productos perecederos por varias semanas. Válvulas de motor de pasos son ideales para hacer frente a las regulaciones más estrictas de temperatura de los mostradores refrigerados.

## Integridad del Producto

Además de mejorar la eficiencia de los sistemas, las válvulas con motor de pasos pueden mejorar la integridad del producto con un control preciso de temperatura. En adición, simplifican la operación de los equipos del establecimiento.

Las válvulas EEPR ofrecen una disminución de temperatura rápida ya que responden a cambios en la temperatura del aire de salida y no la presión. Las válvulas EEPR se mantienen completamente abiertas hasta que la temperatura baje al ajuste de temperatura deseado de la válvula. Esto quiere decir que la presión del evaporador puede bajar por debajo de su modulación de presión normal y hasta llegar tan bajo como la presión de succión cuando se inicia el descarche.



La cantidad de pasos que una válvula abre es almacenada en el controlador, el cual puede hacer que la válvula regrese a cualquier posición anterior en cualquier momento.

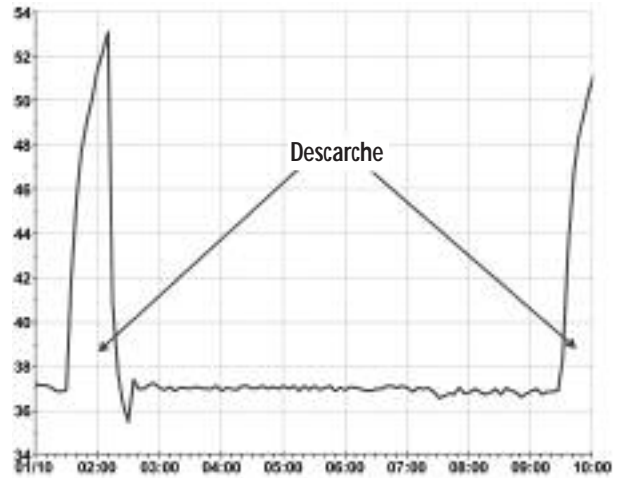
Las válvulas EPR mecánicas comenzarán a modular para controlar la presión a un valor predeterminado (ajuste de presión) cuando la temperatura del aire saliendo del evaporador no está todavía satisfecha, dando como resultado que la temperatura baje más lentamente. La habilidad de las válvulas EEPR de bajar rápidamente la temperatura después del descarche mantiene el producto a temperaturas más consistentes.

Usted también puede rápidamente cambiar los ajustes de temperatura para aplicaciones de temperatura-dual cambiando el ajuste en el controlador. Esto también puede realizarse a distancia a través de una conexión de línea telefónica.

El controlar la temperatura del aire saliendo del evaporador utilizando válvulas EEPR representa varios beneficios. Desde el punto de vista de eficiencia energética, EEPR no requieren de flujo o de caída de presión para abrir. Esto permite que las EEPR sean seleccionadas para caídas de presión nominales, permitiendo que el sistema opere a una presión de succión más alta.

Con válvulas EEPR también se puede llegar a mejores eficiencias del sistema debido a que la presión y la temperatura del evaporador son variables y la temperatura de salida del aire es fija. Al disminuir el TD (Diferencial de Temperatura) del evaporador debido a una disminución de la carga térmica, la válvula EEPR modulará para mantener la temperatura de salida del aire y de esta forma aumentar la presión y la temperatura de saturación del evaporador.

### Curva de Temperatura de Salida del Aire (Pto. De Ajuste de 37°F / 3°C)



Esta gráfica ilustra una curva de temperatura de salida del aire en un mostrador de productos existente. Los picos en temperatura indican los períodos de descarche.

El controlador de sistemas RACK puede entonces ser ajustado para que automáticamente aumente el ajuste de la succión para un mayor ahorro energético. Este comúnmente se le conoce como un punto de ajuste flotante. Al operar a temperaturas de evaporador más altas también resulta en una disminución en la humedad recogida en el evaporador y menos descarches.

Los técnicos de refrigeración deben recordar que aunque las válvulas EEPR controlan la temperatura de salida del aire, esta temperatura apropiada del aire no significa un desempeño óptimo del evaporador. El desempeño del evaporador no puede optimizarse hasta que la TEV no sea ajustada al recalentamiento apropiado. Es esencial que se revise y ajuste el recalentamiento en todos los mostradores al valor recomendado por el fabricante. Solo entonces se podrá optimizar la superficie del evaporador.

Un ajuste incorrecto, si es alto, puede llevar a que el aceite sea atrapado, altas temperaturas de descarga, disminuir la velocidad del aceite y aumentar el tiempo en que la temperatura baja al punto de ajuste. Recalentamientos altos requieren que el sistema sea operado a presiones de succión menores para superar la disminución en la superficie activa del evaporador. Esto requiere de caballaje adicional. Recalentamientos bajos, por razones de retorno de líquido y problemas asociados, deben evitarse.

Ajustar las válvulas EEPR es mucho más sencillo que ajustar una válvula EPR mecánica. El ajustar una válvula EPR requiere de un manómetro preciso para poder ajustar la presión deseada en cada circuito del sistema. Habrá que esperar un tiempo luego de hacer un ajuste, que dependerá de las condiciones del sistema antes que un cambio en la presión se refleje en el manómetro.

Además, la válvula EPR puede requerir de un ajuste más fino adicional luego de ajustar el recalentamiento para poder lograr que la temperatura del aire saliendo del evaporador esté en el rango deseado. Las válvulas de motor de pasos requieren que solamente se introduzca el valor predeterminado de temperatura deseado al controlador. El controlador hace el trabajo restante.

Los controladores de sistemas RACK pueden utilizar una estrategia con un control proporcional derivativo integral (PID) dentro del controlador para mover la válvula. Este tipo de control deberá tener un ajuste apropiado de PID para mantener un control preciso de la temperatura. El rango y número de los pasos varían según los diferentes fabricantes. Si experimenta problemas de control, consulte al fabricante de la válvula para obtener ajustes específicos.

Para información adicional, contacte a Sporlan, Division of Parker Hannifin o a su distribuidor local o refiérase a los boletines de productos de la serie -100.



Aunque los controladores de temperatura en mostradores fueron los primeros en el mercado, controladores RACK están aumentando en popularidad debido a su menor costo y habilidad de controlar múltiples válvulas.



Sporlan Division  
Parker Hannifin Corporation  
206 Lange Drive  
Washington, MO 63090  
636-239-1111 • FAX 636-239-9130  
www.sporlan.com