

## UN NUEVO COMPRESOR SCROLL

El presente artículo fue publicado en el ASHRAE Journal de abril de 2003. Sus autores son Warren L. Beeton (ASHRAE Member) y Hung M. Pham (Miembro asociado de ASHRAE e Ingeniero Senior de Copeland Sydney, Ohio; USA)

*Esta versión es una síntesis del artículo original, y se presenta como un aporte a la técnica del acondicionamiento térmico.*

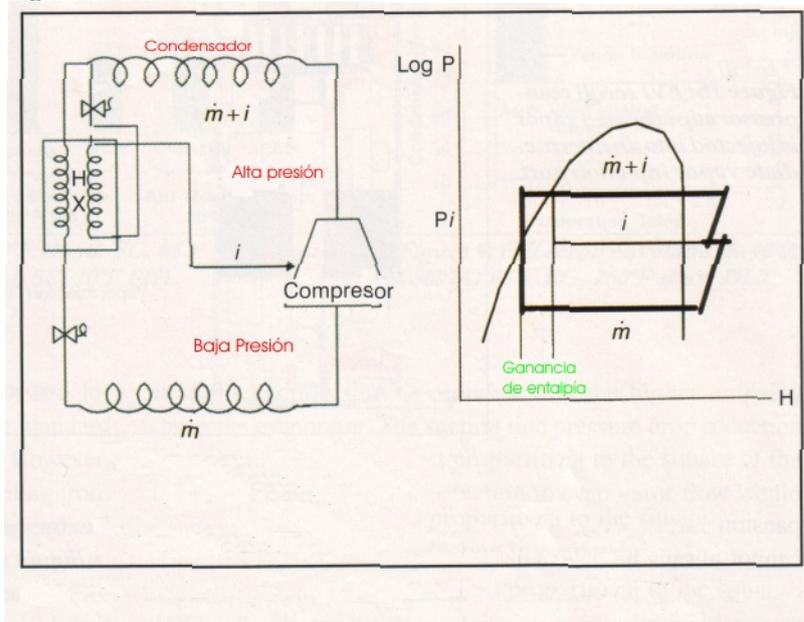
### ASPECTOS GENERALES

*La inyección de vapor de refrigerante se utiliza en compresores de tornillo en sistemas comerciales e industriales de potencias mayores y en compresores centrífugos multietapa, pero no se utiliza en pequeños compresores herméticos.*

*La reciente introducción de compresores SCROLL con puerto de inyección de vapor de refrigerante permite aplicar el ciclo de refrigeración con economizador en pequeños compresores individuales y alcanzar así los beneficios del incremento de la capacidad y la eficiencia del ciclo.*

El ciclo con un compresor SCROLL con economizador es similar a un ciclo de dos etapas, pero se realiza con un solo compresor como se indica en el esquema adjunto.

Figura 1



Una parte del líquido condensado a alta presión se deriva hacia un intercambiador de calor de placas a través de una VET. El sentido de circulación de los fluidos es a contra corriente. El intercambiador actúa como un subenfriador de líquido, en tanto que el vapor sobrecalentado es inyectado en un punto intermedio en el compresor SCROLL. El subenfriamiento adicional del líquido incrementa el efecto refrigerante en el evaporador (capacidad de absorción de calor por unidad de masa de refrigerante). De hecho para una misma carga frigorífica  $Q$  la masa de refrigerante circulada disminuye.

Este incremento de capacidad puede mejorarse bajando la presión de inyección  $p_i$ , lo que produce el incremento de la circulación de masa en la segunda etapa. La

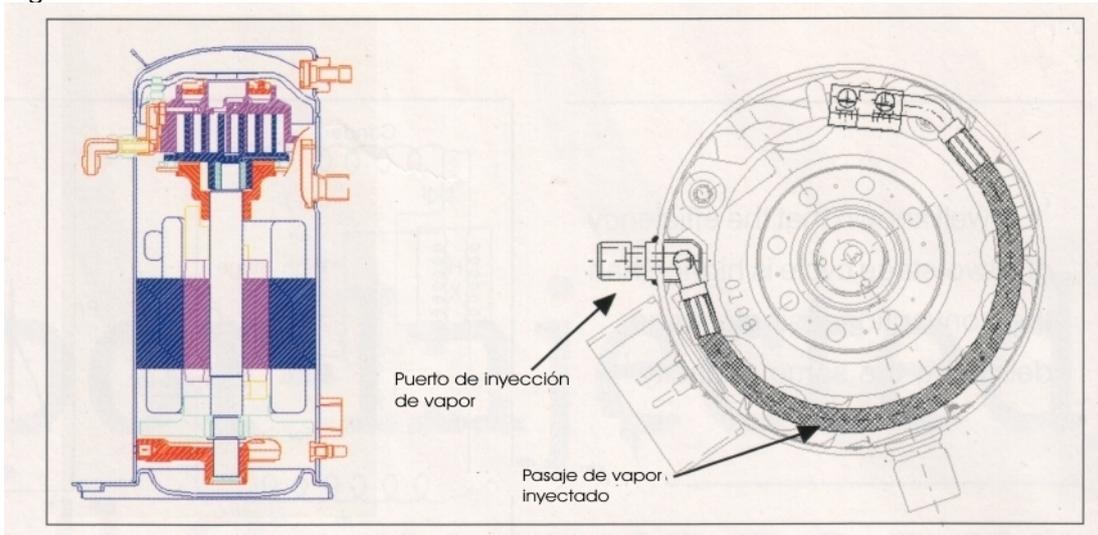
menor presión de inyección que se puede alcanzar está controlada por la caída de presión en el punto de inyección y su ubicación en el SCROLL

Cuando se integra la inyección de vapor en un compresor SCROLL, la eficiencia isentrópica es comparable para ambas etapas, posibilitando una alta eficiencia sin la necesidad de instalar un compresor para la etapa de baja presión.

El diseñador del compresor tiene la posibilidad de elegir el punto de inyección.

La elección de un punto de menor presión brinda un incremento en la capacidad, en tanto que un punto de mayor presión proporciona ventajas en la eficiencia.

Figura 2



El incremento de capacidad alcanzado por un mejor subenfriamiento se refleja en un mayor salto entálpico en el evaporador y tiene como corolario una reducción en el desplazamiento requerido en el compresor en un porcentaje similar en el que se incrementa el salto de entalpía en el evaporador.

Esta reducción en el desplazamiento puede proporcionar un medio para modular la capacidad en bajas cargas térmicas cortando la inyección de vapor en el SCROLL utilizando una válvula solenoide en la línea de líquido o en la línea de vapor.

Este incremento en el rendimiento es más significativo que el que se puede lograr con un intercambiador de calor entre la línea de líquido y la línea de succión. Esto se incrementa con la relación de presiones y es generalmente mejor con los nuevos HFC que con el HCFC-22, debido a las propiedades más favorables de los HFC.

Estas son una de las principales razones por las que los compresores SCROLL con sistema economizador por inyección de vapor son especialmente recomendados para sistemas de refrigeración comercial.

Otro componente importante del sistema es el intercambiador de calor del economizador. Esto puede ser visualizado simplemente como el evaporador del circuito de alta presión, y generalmente se comporta mejor en régimen de contra corriente. El punto clave del sistema es la temperatura de saturación del refrigerante en el punto de inyección. Esta temperatura es función de las presiones de condensación y evaporación, siendo el valor de la presión de inyección definida por el diseñador del compresor.

## **RENDIMIENTO**

En ensayos realizados según las normas del ARI para bajas temperaturas (-25 °F/ 105 °F) y para medias temperaturas (20 °F/120 °F) para compresores SCROLL y para compresores convencionales en una etapa con R-404A, se obtuvieron rendimientos significativos en cuanto a la capacidad y en cuanto al consumo de energía eléctrica (EER)<sup>1</sup>.

Se observó para bajas temperaturas una mejora del (+41 % en la capacidad y del +20 % en EER), en tanto que los compresores de una etapa requieren inyección de líquido para lograr una temperatura de descarga aceptable.

Aún a medias temperaturas el beneficio es importante (+27% en la capacidad y +10% en EER). Estos resultados son aún más interesantes del momento que la mayoría de los sistemas de media temperatura no disponen de capacidad de subenfriamiento sin instalar un compresor para ese fin.

Otras ventajas se pueden apreciar en este desarrollo tales como la reducción de la temperatura de descarga del compresor, la posibilidad de modular la capacidad del compresor en correspondencia con la carga térmica y la reducción de la pérdida de carga en la línea de succión comparada con un sistema convencional, para una misma carga térmica.

A título de ejemplo se puede establecer que una reducción del 40 % en el flujo de refrigerante a través del evaporador reduce la caída de presión en la línea de succión en torno al 64%.

## **IMPACTO DE LOS HFC**

El ciclo con compresores SCROLL con sistema economizador se torna más beneficioso si se emplean los HFC como refrigerante. Corresponde por lo tanto analizar las opciones más apropiadas.

El R-404A se considera el reemplazo adecuado para el R-502, especialmente para bajas temperaturas. Sin embargo el GWP del R-404A es de 3,260 y además este refrigerante es un 14% menos eficiente que el R-22 en temperaturas medias.

El R-134<sup>a</sup> puede ser una mejor opción para temperaturas medias porque su EER teórico es mayor. Pero su menor capacidad teórica requiere un incremento entre un 65% a un 100% del desplazamiento del compresor para medias y bajas temperaturas.

El R-407C y el R-417A podrían considerarse adecuados, pero sus propiedades de transferencia del calor son peores que las del R-22.

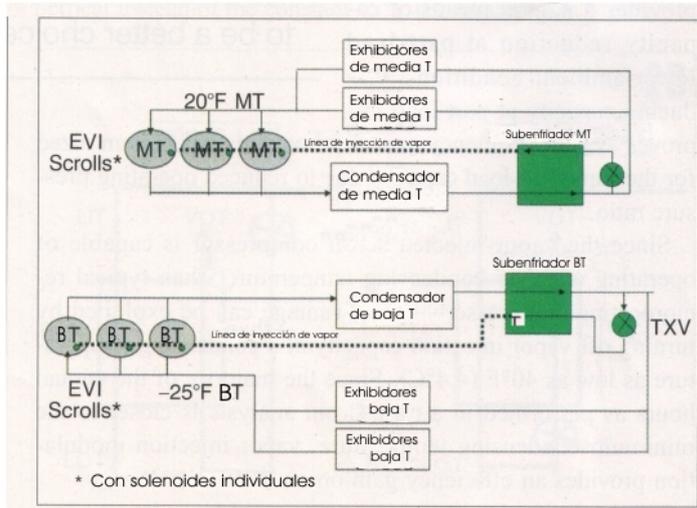
El R-410A se ha reconocido como uno de los mejores refrigerantes para equipos de aire acondicionado y bombas de calor, debido a sus mejores propiedades para la transferencia de calor y el comportamiento ante la caída de presiones en el sistema. A su vez el GWP del R-410A es 1,730 es decir un 47% menor que el del R-404A.

Es necesario realizar mayores investigaciones sobre el empleo del R-410<sup>a</sup>, habiendo expectativas en cuanto a alcanzar rendimientos similares a los que se obtienen con el R-22. Si estas expectativas se cumplieran, el uso del R-410A sería una mejor elección que el R-404A, especialmente en sistemas donde se emplea un compresor SCROLL con sistema economizador.

## APLICACIONES

Los sistemas con compresores SCROLL con inyección de vapor se pueden emplear en refrigeración comercial, instalando racks de compresores SCROLL independientes para los circuitos de media y de baja temperatura. Ambos circuitos proveen el sistema de inyección de vapor para los compresores con un control individual por máquina. De esta forma bastará disponer de un solo intercambiador de calor lográndose reducir al mínimo el número de compresores, en función del mejor rendimiento en la capacidad que se obtiene.

Figura 3



## CONCLUSIONES

El sistema de inyección de vapor ofrece un medio versátil para mejorar la capacidad y la eficiencia del ciclo de refrigeración y posibilita el desarrollo de condiciones operativas favorables para utilizar compresores SCROLL en aplicaciones de refrigeración comercial.

En función del diseño del sistema y del compresor se logran mejoras significativas en el rendimiento del ciclo. Por otra parte existen posibilidades de aplicación de este sistema en supermercados, contenedores marinos, enfriadores de líquido o enfriadores de botellas.

Prof. Gregorio Dassatti  
Miembro Regular del ASHRAE

---

1. EER Energy efficiency ratio, se define como el cociente entre la capacidad neta de refrigeración en Btu/h con relación al consumo total de energía eléctrica en watts, según las condiciones de operación diseñadas.