

# NUEVA GENERACIÓN DE SISTEMAS DE CAUDAL DE REFRIGERANTE VARIABLE. MENORES CONSUMOS: TEMPERATURA DE REFRIGERANTE VARIABLE

Autor: Mónica Castro<sup>1</sup>

1 C/ Labastida, 2 28034 Madrid [castro.m@daikin.es](mailto:castro.m@daikin.es)

## 1. NUEVA GENERACIÓN DE SISTEMAS DE CAUDAL DE REFRIGERANTE VARIABLE

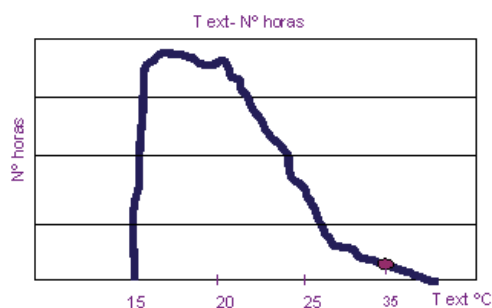
La legislación europea está incidiendo en la necesidad de reducir el consumo de energía, a través de la mejora de la eficiencia energética de los edificios, y así cumplir los objetivos de la Comisión en su famoso 20/20/20 (el año 2020, reducir las emisiones de CO2 un 20%, disminuir el consumo energético un 20% mediante la adopción de sistemas más eficientes y alcanzar un uso de energía renovable del 20% sobre el total).

El sector de la climatización ha encontrado sus propias medidas, entre las que destaca el desarrollo de un nuevo método para las especificaciones de rendimiento - los rendimientos estacionales - en sustitución del método actual de eficiencia nominal, que tiene sus limitaciones y no refleja la realidad del funcionamiento de los sistemas, ni desde el punto de vista de la demanda ni desde el lado de la entrega.

La eficiencia nominal, un concepto con fecha de caducidad.

La importancia de poder indicar el consumo real de los equipos no es algo nuevo en Europa. Ya existen métodos para poder indicar estos valores para cierto tipo de equipos como son las enfriadoras. En este caso, el consumo a cargas parciales se encuentra tabulado, y es en este aspecto en el que los prescriptores y usuarios finales hacen hincapié para poder elegir los equipos más eficientes y, por tanto, los que menos energía consumirán.

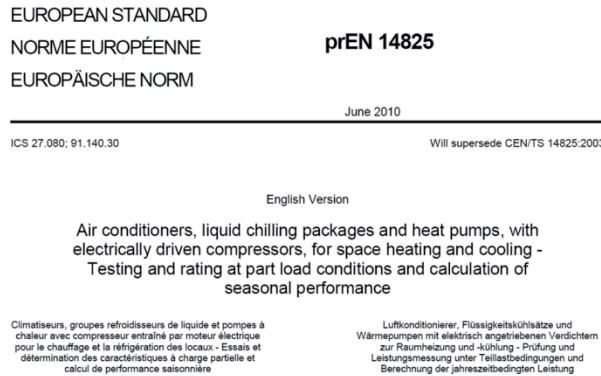
Para otro tipo de equipos, como los domésticos o comerciales, se pretende seguir esta tendencia; no utilizar únicamente el rendimiento nominal, sino también el dato de rendimiento estacional.



**Figura 1.** Perfil típico de distribución del número de horas para cada temperatura exterior.

---

La Unión Europea, para corregir esta situación, está desarrollando normativa que tengan en cuenta el ciclo de funcionamiento completo de los equipos. Este es el caso del estándar prEN 14825.



**Figura 2.** Estándar Europeo prEN 14825.

Las principales diferencias entre el cálculo estacional y nominal, recogidas en este estándar, son:

- El uso de diferentes temperaturas para diferentes etapas de capacidad del equipo, tanto en refrigeración como calefacción, en vez de una temperatura nominal, que reflejan mejor el rendimiento real durante toda la temporada.
- Integración de los valores de eficiencia para las diferentes etapas de capacidad y no solo al 100% de la misma.
- La adopción del método de cálculo de la eficiencia estacional se traducirá en una mejor estimación del rendimiento durante la vida real de la unidad ya que la mayoría de los sistemas funcionan a carga parcial la mayor parte del tiempo. Gracias a este nuevo diseño de equipos, los nuevos equipos estacionales alcanzan eficiencias un 20% superiores en comparación con los actuales Inverter y más del 50% en comparación con los sistemas no-Inverter, contribuyendo así a los objetivos 20-20-20 de la Unión Europea.

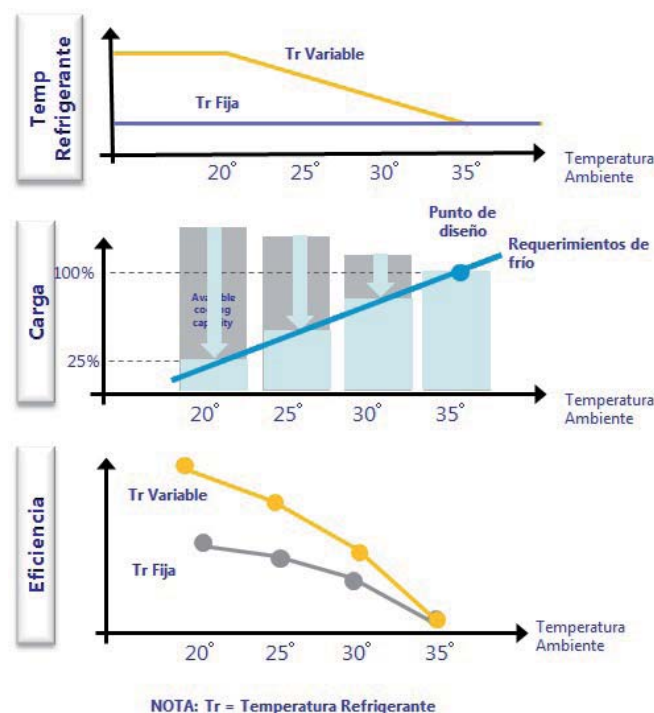
## **2. NUEVA GENERACIÓN DE SISTEMAS DE REFRIGERANTE VARIABLE. CARACTERÍSTICAS.**

En este apartado, veremos más explícitamente las características que hacen de estos nuevos sistemas los más idóneos para cumplir con la directiva de eficiencia energética y las tecnologías que lo hacen posible.

Como ya se ha comentado, la tendencia es a mejorar la eficiencia de las unidades a cargas parciales. Esto implica una disminución de la eficiencia a carga total (EER/COP), sin embargo, dado que el tiempo de funcionamiento en esta situación es del orden del 3% del funcionamiento total la incidencia de este parámetro es mínima. Es por esto que la comparativa entre máquinas, cada vez más, se realiza en base a la integración de los valores de eficiencia en diferentes puntos de funcionamiento (25%, 50%, 75% y 100%). De este modo, es posible calcular de forma más fiable los costos reales de funcionamiento y las emisiones de CO2.

Hasta ahora, las unidades parcializaban mediante la variación del volumen de refrigerante, gracias a la regulación inverter y el ajuste de la válvula de expansión, pero siempre manteniendo constante la consigna de temperatura de evaporación del gas. La nueva tecnología de temperatura de refrigerante variable permite variar la temperatura del refrigerante en función de la potencia requerida y de la temperatura exterior. De este modo, se ajusta exactamente a la demanda, evitamos saltos térmicos extremos frente a la temperatura exterior y conseguimos un aumento de eficiencia estacional de un 25%.

En los sistemas actuales es posible regular la temperatura de consigna de evaporación, sin embargo, una vez fijada esta, se mantiene constante a lo largo del tiempo. Sin embargo, como se ha comentado en el párrafo anterior, con las nuevas unidades es posible variar esa consigna en función de la potencia requerida y la temperatura exterior.



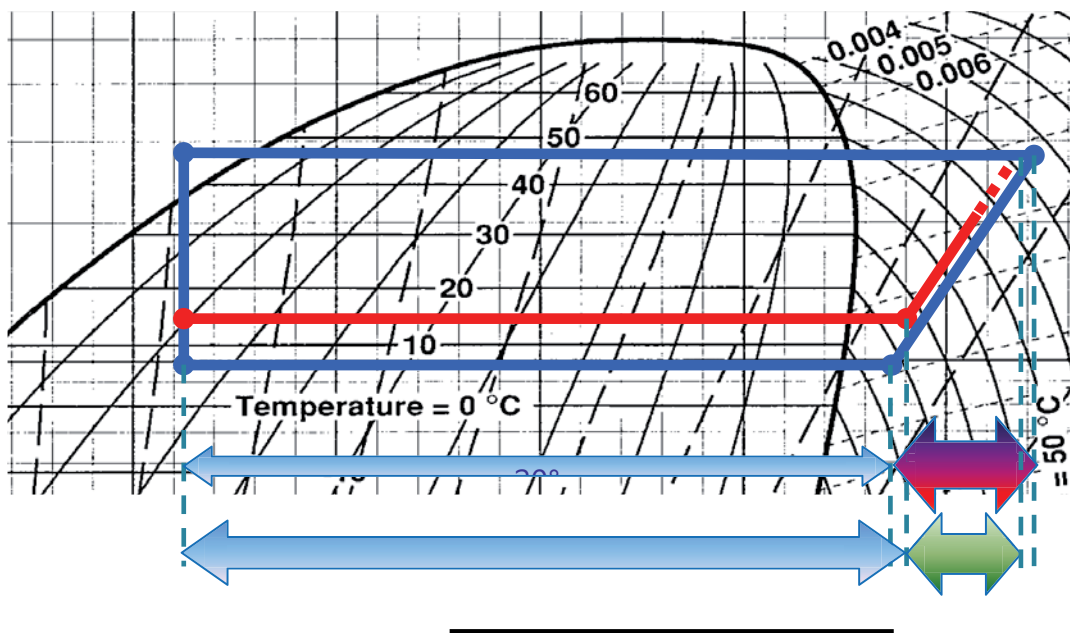
**Figura 3.** Comparativo de temperatura de refrigerante frente a demanda de frío, temperatura exterior y eficiencia.

En el supuesto de que la demanda no sea punta, por ejemplo en época de entretiempo, el sistema se adapta a la demanda mediante la variación del volumen de refrigerante que se envía a las unidades terminales. Además y gracias a las nuevas tecnologías, se realiza un ajuste automático de la temperatura de evaporación en función de la demanda y la temperatura exterior. De este modo se consiguen ahorros de hasta el 25% con respecto a sistemas convencionales.

Además el sistema proporciona otras ventajas en cuanto al confort puesto que en refrigeración se aumenta la temperatura de impulsión del aire, evitando así las incómodas corrientes de aire a muy baja temperatura.

Esto también provoca el aumento de capacidad sensible de las unidades disminuyendo así la capacidad de deshumectación de las unidades, lo cual es interesante en climas muy secos y además influye directamente en la eficiencia del sistema.

Para entender de forma más fácil la razón del aumento de eficiencia del sistema veamos el gráfico presión-entalpía del refrigerante:



**Figura 4.** Diagrama P-h

La línea azul representa el funcionamiento normal del VRV con consigna de evaporación a 6°C (la línea recta representa el cambio de estado del refrigerante desde líquido a gas, que se produce a temperatura constante), la línea oblicua de la derecha, sería el trabajo de compresión, es decir el consumo del compresor. Si evaporamos a mayor temperatura (línea roja) se observa que aumenta la capacidad de refrigeración y disminuye el consumo eléctrico, aumentando de este modo la eficiencia.

La tecnología de temperatura de refrigerante variable permite tres modos de funcionamiento: Básico, Automático y Hi-Sensible.

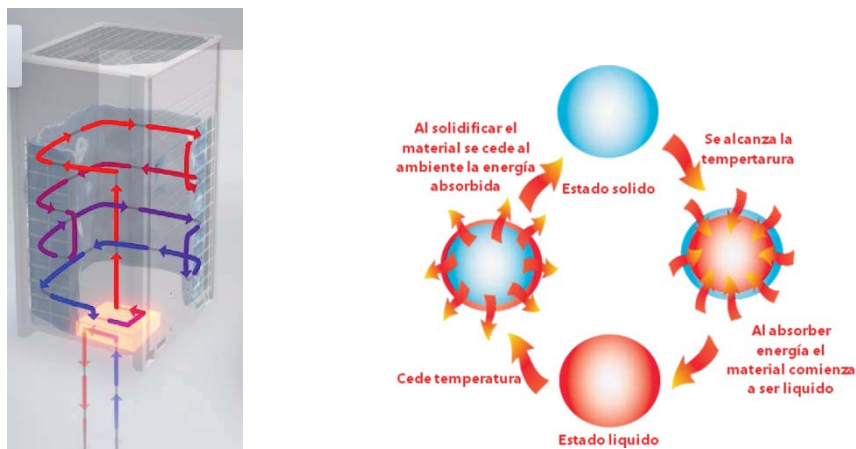
Modo Básico es el funcionamiento normal (igual al que se produce en los sistemas actuales), con temperatura fija de evaporación a 6°C.

Modo Automático: Modifica de forma automática la temperatura de evaporación en función de la demanda y la temperatura exterior, dependiendo de estos valores se posicionará en los submodos: potente, rápido o medio.

Modo Hi-Sensible: Modifica la temperatura de evaporación en base a unos valores prefijados en función del submodo elegido: potente, rápido, medio o eco.

Otra de las novedades del nuevo sistema, es la capacidad de proporcionar **calefacción continua** a pesar del desescarche de las unidades exteriores. Para ello se introduce un elemento de acumulación de calor.

Este elemento de acumulación de calor es un material de alto calor específico, que cede o absorbe gran cantidad de calor al realizar el cambio de estado. Cuando dicho material cambia de estado, cede calor de modo que durante el desescarche será el encargado de proporcionar la potencia necesaria.



**Figura 9.** Comportamiento de los materiales de cambio de estado

Es el mismo principio que conocemos para el cambio de estado del agua, si queremos derretir un trozo de hielo debemos aportarle energía en forma de calor, esta energía aportada (o cedida en el proceso contrario, cambio de agua a hielo) es más alta que la necesaria para aumentar su temperatura. Es por eso que es cualquier máquina frigorífica siempre se aprovechan los cambios de estado para producir el efecto deseado (frío o calor). El cambio de estado de líquido a sólido o viceversa, siempre se produce a temperatura constante.

---

El funcionamiento de estos sistemas es diferente según el modo de funcionamiento de la unidad.

Funcionamiento de la unidad en refrigeración: Al igual que en las máquinas actuales se realiza el ciclo frigorífico, sin incidencia ninguna del elemento de acumulación, la válvula está cerrada y el refrigerante no pasa por el elemento. El compresor manda refrigerante en modo gaseoso al intercambiador exterior en el cual se produce el cambio de estado del mismo (se condensa = refrigerante en estado líquido) y se dirige hacia las unidades interiores donde, previo paso por la válvula de expansión, donde disminuye se presión, se producirá de nuevo el cambio de estado (líquido a gas) absorbiendo calor del ambiente, que es el efecto que se desea. Una vez tenemos el gas en fase gaseosa de nuevo, se dirige al compresor para comenzar de nuevo el ciclo.

Funcionamiento de la unidad calefacción: En modo calefacción sin embargo, se utiliza parte del refrigerante a alta temperatura y presión, proveniente del compresor, para aportar calor al elemento de acumulación. De este modo, este estará listo para su uso en caso de desescarche.

No olvidemos que en este momento la unidad continúa enviando gas a las unidades interiores donde cambiará de estado (condensará) cediendo calor al ambiente (calentando la habitación).

La regeneración del elemento acumulador no afecta a la potencia del sistema puesto que como ya hemos comentado la unidad casi nunca estará funcionando al 100% de su capacidad, con lo cual la potencia disponible es más que suficiente. Además las tablas de capacidades de los libros técnicos mostrarán la potencia integrada del sistema, es decir teniendo en cuenta el factor de regeneración.

En un desescarche tradicional, la unidad invierte el ciclo de modo que da calor en la batería exterior para eliminar la escarcha, para los ventiladores de las unidades interiores y da frío en esas baterías interiores.

En el caso del nuevo sistema, las unidades interiores siguen funcionando en calefacción, es el elemento de acumulación el que actúa como antes lo hacían las unidades interiores. En la batería exterior se produce la condensación de parte del gas procedente del compresor (cede calor, con lo cual derrite el hielo que cubre la batería), pero el foco caliente del sistema se sitúa en el acumulador. El refrigerante en estado líquido roba calor al acumulador para cambiar de estado (evaporarse) y continuar su camino hacia el compresor para cerrar el ciclo. La otra parte del refrigerante de descarga es la que va a mantener las unidades interiores en su funcionamiento en calefacción.

Como se explicó al principio, una vez vuelta a la normalidad del ciclo de calefacción, parte del gas de descarga se invierte en regenerar el elemento de acumulación de calor. De nuevo absorbe calor del gas de descarga para acumularlo hasta el próximo desescarche.

Otra de las ventajas del nuevo VRV es la mayor flexibilidad en cuanto a longitudes de tubería. Como gran novedad se modifica el desnivel máximo entre unidades interiores, aumentando de los tradicionales 15 m a 30 m. Con esta mejora se facilita el uso para

salas técnicas que usualmente se sitúan en la misma vertical del edificio, o en los vestíbulos de ascensores.

### **3. CONCLUSIONES**

Los sistemas de refrigerante variable continúan en constante evolución para satisfacer las necesidades de los usuarios y proporcionar mayor confort y por supuesto, una eficiencia energética óptima. Especialmente en condiciones de carga parcial, tal y como establece la normativa europea.