

# Centro de Datos

## Técnicas de Enfriamiento

Cada sistema de aire acondicionado para centros de datos cumple dos funciones vitales: proporcionar una capacidad de enfriamiento global y distribuir el aire a las cargas de TI. La primera función, proveer una capacidad de enfriamiento global, es invariable para todas las arquitecturas de enfriamiento. En esencia, significa que la capacidad de enfriamiento global del sistema de aire acondicionado expresada en kilovatios debe extraer la potencia total de la carga (kW) de los equipos informáticos. Las diversas tecnologías para el desempeño de esta función no varían, ya sea que se trate de un sistema de enfriamiento diseñado para el ámbito de la sala, de la hilera o del rack. La principal diferencia entre las arquitecturas radica en la ejecución de la segunda función clave: la distribución de aire a las cargas. A diferencia de la distribución de energía, en la que el flujo se circunscribe a los cables y se distingue claramente como parte del diseño, la circulación de aire se ve apenas demarcada por el diseño de la sala y el trayecto del aire no es visible, con variaciones considerables entre las distintas instalaciones. El control del flujo del aire es el principal objetivo de los distintos enfoques de diseño en sistemas de enfriamiento.

## Enfriamiento de la Sala

En esta arquitectura de enfriamiento de la sala, las unidades CRAC se asocian con la sala y funcionan en simultáneo para disipar la carga térmica total de la sala. Una arquitectura de este tipo puede constar de una o más unidades de aire acondicionado que suministran aire frío sin ninguna restricción impuesta por ductos, reguladores, ventilaciones, etcétera, o bien el suministro o el retorno pueden tener una limitación parcial por un sistema de piso elevado o una cámara de retorno instalada en altura.

Durante el diseño, la atención que se presta a la circulación del aire suele variar mucho. En salas pequeñas, a veces no se planifica la ubicación de los racks; por lo tanto, tampoco se planifican las limitaciones para la circulación de aire. En instalaciones más sofisticadas, puede utilizarse el piso elevado para distribuir el aire en una disposición de pasillo caliente/pasillo frío bien planificada, con el expreso propósito de dirigir y alinear el flujo de aire con los gabinetes de IT.

El diseño de enfriamiento de la sala se ve muy afectado por las limitaciones exclusivas de cada sala, entre ellas, la altura del techo, la forma de la sala, las obstrucciones por encima y por debajo del piso, la disposición de los racks, la ubicación de las unidades CRAC, la distribución eléctrica entre las cargas de IT, etcétera. En consecuencia, la predicción y la uniformidad del rendimiento no son satisfactorias, en especial, a medida que aumenta la densidad de potencia. Por lo tanto, puede ser preciso recurrir a un complejo método de simulaciones por computadora denominado dinámica de fluidos computacional (CFD) para ayudar a comprender el rendimiento del diseño de instalaciones específicas. Más aun, las modificaciones, como los agregados, los traslados y los cambios de equipos informáticos, pueden invalidar el modelo de rendimiento y exigir pruebas o análisis más

detallados. En especial para asegurarse de que existe redundancia en las unidades CRAC, debe realizarse un análisis muy complicado que resulta difícil de validar.

¿Otra carencia significativa de la arquitectura de enfriamiento de la sala es que en muchos casos no es posible utilizar toda la capacidad nominal de la unidad CRAC. Esto se debe al diseño de la sala y se produce cuando una fracción importante de las vías de distribución de aire proveniente de las unidades CRAC se desvía de las cargas informáticas y recircula directamente hacia las unidades CRAC. Este aire que se desvía representa la circulación de aire de la unidad CRAC que no ayuda a refrigerar las cargas; en esencia, se trata de una disminución de la capacidad de enfriamiento general. Como resultado, los requisitos de enfriamiento de las cargas de IT pueden superar la capacidad de enfriamiento de la unidad CRAC, incluso si la capacidad de enfriamiento global (kW) adicional de la unidad CRAC no se utiliza totalmente.

## Enfriamiento por Hilera

En una arquitectura de enfriamiento por hilera, las unidades CRAC se asocian con una hilera y, a los efectos del diseño, se consideran unidades dedicadas a una hilera. Las unidades CRAC pueden montarse entre los racks de IT, en altura o debajo del piso. En comparación con la arquitectura de enfriamiento de la sala, el trayecto del aire es más corto y mejor definido. Además, la circulación de aire es mucho más predecible, puede utilizarse toda la capacidad nominal de la unidad CRAC y se logra una mayor densidad de potencia.

La arquitectura de enfriamiento por hilera presenta muchas ventajas adicionales, además del rendimiento en enfriamiento. Al reducirse el trayecto del aire, también se reduce la potencia que debe tener el ventilador de la unidad CRAC, con lo cual se aumenta la eficacia. No se trata de un beneficio menor si se tiene en cuenta que, en muchos centros de datos de poca carga, la potencia del ventilador de la unidad CRAC por sí sola supera el consumo energético total de las cargas de IT.

El diseño de enfriamiento por hilera permite que la capacidad de enfriamiento y la redundancia respondan a la demanda real de las hileras específicas. Por ejemplo, la arquitectura de enfriamiento por hilera permite que una hilera de racks ejecute aplicaciones de alta densidad, como los servidores Blade, mientras otra hilera se ocupa de aplicaciones de baja densidad de potencia, como los gabinetes de comunicaciones. Es más, se puede apuntar a una redundancia N+1 o 2N para determinadas hileras.

Las arquitecturas de enfriamiento por hilera pueden implementarse sin piso elevado. De este modo, aumenta la capacidad de carga del piso, reduce los costos de instalación, elimina la necesidad de rampas de acceso y permite que se monten centros de datos en edificios que no tienen la altura libre necesaria para permitir la instalación del piso elevado adecuado. Este problema cobra especial relevancia en instalaciones de alta densidad, en las que se requiere un piso elevado de un metro o más de altura.

La disposición geométrica, sencilla y predefinida de la arquitectura de enfriamiento por hilera da lugar a un rendimiento predecible que el fabricante puede representar en su totalidad y es relativamente inmune a los efectos de la geometría de la sala u otras restricciones. Así se simplifica tanto la especificación como la implementación de los diseños, en especial con densidades superiores a los 5 kW por rack.

Si bien esta arquitectura aparenta exigir más unidades CRAC que una arquitectura de enfriamiento de la sala, no es necesariamente así, en particular en instalaciones de mayor densidad de potencia.

## Enfriamiento por rack

En la arquitectura de enfriamiento por rack, las unidades CRAC se asocian con un rack y, a los efectos del diseño, se consideran unidades dedicadas a un rack. El montaje de las unidades CRAC se realiza directamente dentro de los racks de IT o en dirección a ellos. En comparación con la arquitectura de enfriamiento de la sala o por hilera, el trayecto del aire es aun más corto y mejor definido, de modo que la circulación de aire es totalmente inmune a cualquier variación de la instalación o restricción de la sala. Puede utilizarse toda la capacidad nominal de la unidad CRAC y es posible lograr la mayor densidad de potencia (hasta 50 kW por rack).

Similar al enfriamiento por hilera, la arquitectura de enfriamiento por rack presenta otras características exclusivas, además de la capacidad de densidad extrema. Al reducirse el trayecto del aire, también se reduce la potencia que debe tener el ventilador de la unidad CRAC, con lo cual se aumenta la eficacia. Como se mencionó anteriormente, no se trata de un beneficio menor si se tiene en cuenta que, en muchos centros de datos de poca carga, la potencia del ventilador de la unidad CRAC por sí sola supera el consumo energético total de las cargas de IT.

El diseño de enfriamiento por rack permite que la capacidad de enfriamiento y la redundancia respondan a la demanda real de los racks específicos, por ejemplo, diferentes densidades de potencia para servidores Blade en comparación con los gabinetes de comunicaciones. Es más, se puede apuntar a una redundancia N+1 o 2N para determinados racks. En contraste, la arquitectura de enfriamiento por hilera solo permite que estas características se especifiquen en el ámbito de la hilera, y la arquitectura de enfriamiento de la sala solo permite que se especifiquen en el ámbito de la sala.

La principal desventaja de este enfoque es que se precisa una gran cantidad de dispositivos de aire acondicionado y tuberías correspondientes en comparación con los otros enfoques, en especial en instalaciones de baja densidad de potencia. Estos factores se cuantificarán más adelante en el presente informe.

## Enfriamiento mixto

No existe impedimento para que las arquitecturas de enfriamiento de la sala, por hilera y por rack se utilicen juntas en la misma instalación. De hecho, existen muchos casos en los que una arquitectura mixta es muy útil. Específicamente, un centro de datos que funciona con un amplio espectro de densidades de potencia puede sacar provecho de una combinación de los tres tipos.

- Enfriamiento de la sala: Suministro a la sala, pero principalmente brinda servicio a un área de baja densidad con equipos mixtos, como equipos de comunicación, servidores de baja densidad y almacenamiento. Objetivo: entre 1 y 3 kW por rack; entre 323 y 861 W/m<sup>2</sup> (entre 30 y 80 W/pie<sup>2</sup>).
- Enfriamiento por hilera: Suministro a un área de densidad alta o ultra alta con servidores Blade o servidores de 1 U.
- Enfriamiento por rack: Suministro aislado a racks de densidad alta o ultra alta.

Las arquitecturas de enfriamiento por hilera o por rack también son eficaces para aumentar la densidad dentro de un diseño existente de enfriamiento de la sala con baja densidad. En este caso, algunos pequeños grupos de racks en un centro de datos existente se equipan con sistemas de enfriamiento por hilera o por rack. Los equipos de enfriamiento por hilera o por rack aíslan los nuevos racks de alta densidad con gran eficacia y los transforman en “térmicamente neutros” para el sistema de enfriamiento de la sala existente. De esta manera, es posible agregar cargas de alta densidad a un centro de datos de baja densidad, sin necesidad de modificar el sistema de enfriamiento de la sala existente.

## Resumen y análisis

Al estudiar y analizar estas tablas de comparación, se llega a las siguientes conclusiones:

- La arquitectura modular de enfriamiento por rack es más flexible, rápida de implementar y alcanza una densidad extrema, pero implica gastos adicionales.
- La arquitectura de enfriamiento de la sala es inflexible, su implementación consume mucho tiempo y el rendimiento es poco eficiente en instalaciones de alta densidad, pero el costo y la simplicidad son ventajas netas en entornos de menor densidad.
- La arquitectura modular de enfriamiento por hilera brinda gran parte de la flexibilidad, velocidad y ventajas de densidad que ofrece el enfoque por rack, pero a un costo similar al de la arquitectura de enfriamiento de la sala.

## Humidificación

Una de las funciones clave de los sistemas de aire acondicionado para salas de cómputos es la de mantener la humedad para reducir la posibilidad de descargas estáticas perjudiciales. Esta función está integrada a la unidad de aire acondicionado. En arquitecturas en las que puede incrementarse la cantidad de unidades de aire

acondicionado, surge naturalmente el interrogante de si también debe incrementarse la cantidad de dispositivos de humidificación. Esta cuestión es de especial importancia, puesto que las unidades de humidificación tienen conductos de agua y suelen requerir un nivel relativamente alto de mantenimiento.

Un análisis cuidadoso de este problema muestra que la habitual integración de los equipos de humidificación en aire acondicionado no tiene sustento alguno y que la humidificación debería separarse de los equipos de aire acondicionado y efectuarse en el ámbito de la sala.

- Las instalaciones de mayor densidad pueden contar con una gran cantidad de unidades CRAC, independientemente de la arquitectura elegida; no existe una necesidad técnica para tener tantas unidades de humidificación y existen muchas desventajas prácticas, como el mantenimiento, derivadas de tener grandes cantidades de humidificadores.
- Cuando la sala tiene una gran cantidad de humidificadores es difícil coordinar el funcionamiento, y deriva en un desperdicio de agua y electricidad.
- El aire frío puede contener menos humedad, e intentar forzar la humedad en la corriente de salida de aire frío de un aire acondicionado es poco eficiente o imposible dependiendo de la saturación.