

Mejorar el rendimiento de la refrigeración de los racks con paneles ciegos

Por Neil Rasmussen

Documento técnico nº 44

APC[®]
Legendary Reliability[®]

Sumario

El espacio vertical no utilizado en los racks de estructura abierta y en los armarios rack genera una recirculación no restringida de aire caliente que hace que el equipo se caliente de forma innecesaria. Este problema se puede resolver utilizando paneles ciegos. En este documento se explican y cuantifican los efectos de los paneles ciegos en el rendimiento del sistema de refrigeración.

Introducción

Los equipos de tecnología de la información montados en racks se refrigeran automáticamente aspirando el aire ambiental de la sala de red o el centro de datos. Si se permite que el aire caliente de escape regrese a la entrada de aire de los equipos, puede producirse una situación de sobrecalentamiento no deseado. Las salas de red y los centros de datos se deben diseñar de tal forma que los equipos no puedan tomar aire caliente. Esto se puede lograr con prácticas de instalación de uso extendido o mediante la utilización de sistemas preconfigurados.

Dentro del propio rack, existe la posibilidad de que el aire caliente de escape recircule hasta la entrada de aire de los equipos. Esto ocurre principalmente cuando el aire caliente de escape regresa por encima o por debajo de los equipos y vuelve hasta la entrada de aire. Este fenómeno pasa inadvertido para muchos usuarios y se trata de una de las principales causas del recalentamiento de los equipos en los centros de datos.

En este documento se explica cómo se produce este problema y se ofrecen ejemplos reales de su efecto, además de demostrar la gran amenaza que supone este problema para el proceso de refrigeración de los equipos. También se explican y cuantifican las ventajas que representa el uso de paneles ciegos para mitigar el problema.

Recirculación del aire de escape

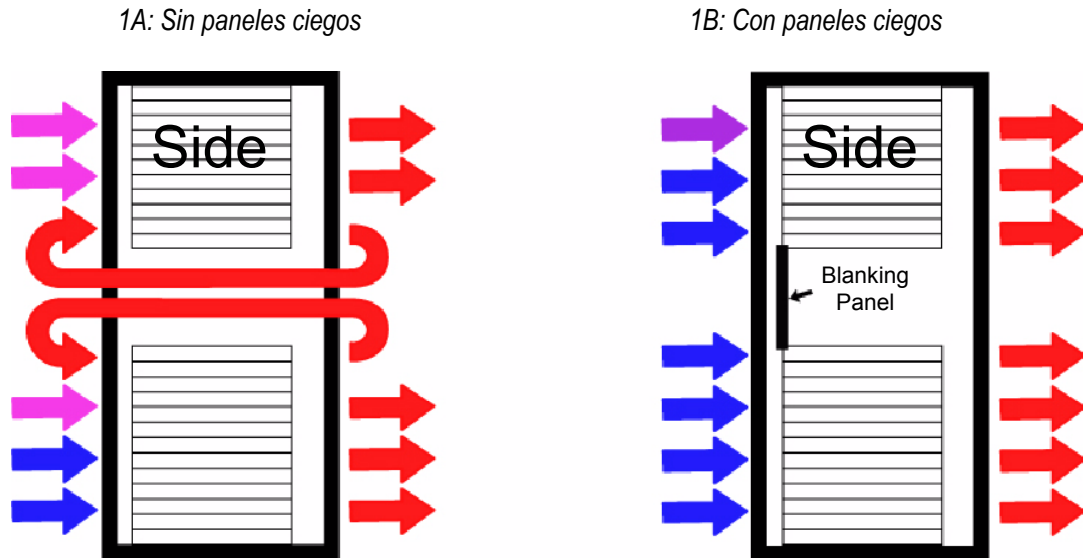
Los fabricantes de equipos de IT son muy conscientes del recalentamiento que genera la recirculación del aire de escape y de las ventajas que aporta la utilización de paneles ciegos. De hecho, estos fabricantes recomiendan a los usuarios que utilicen paneles ciegos. El siguiente extracto procede de un manual de instalación de un servidor Compaq:

Paneles ciegos

PRECAUCIÓN: Coloque siempre paneles ciegos en los espacios verticales vacíos del rack para mantener una circulación del aire adecuada. La utilización de un rack sin paneles ciegos provoca una refrigeración incorrecta que puede originar daños térmicos. Si alguno de los espacios verticales del rack no está ocupado por componentes, los espacios entre los componentes provocarán un cambio en la circulación del aire a través del rack y de los componentes. Cubra estos espacios libres con paneles ciegos para mantener una circulación del aire adecuada.

En la **Figura 1** se muestra un ejemplo de la circulación del aire en un rack típico. En la **Figura 1A** se ilustra la circulación del aire en un rack sin paneles ciegos. La **Figura 1B** muestra cómo la instalación de paneles ciegos cambia la circulación del aire.

Figura 1: Diagramas de la circulación del aire en rack en los que se muestra el efecto de los paneles ciegos



Tenga en cuenta que si la recirculación genera un estado de recalentamiento y no se suprime dicha recirculación, la única solución práctica al problema es reducir la temperatura de la masa de aire suministrada a la sala para intentar equilibrar el efecto. Esto disminuye la eficacia del sistema de aire acondicionado, hace que el sistema de aire acondicionado principal genere una mayor condensación (de agua) e impone la necesidad de aplicar humidificación suplementaria. Estas consecuencias pueden tener como resultado unos gastos eléctricos notablemente superiores y un entorno de trabajo incómodo para el personal del centro de datos.

¿Por qué no se instalan paneles ciegos como práctica común?

La instalación de paneles ciegos no es habitual debido a dos factores principales. El primer factor es la falta de conocimientos. Muchas personas malinterpretan la función que los paneles ciegos desempeñan dentro del propio rack. Algunas creen que se utilizan sólo con fines estéticos. Este documento pretende aclarar este asunto a través de resultados empíricos.

El segundo factor es la dificultad de instalación. Los tradicionales paneles ciegos atornillados requieren hasta cuatro tornillos, cuatro casquillos y cuatro tuercas cuadradas para su instalación. Esto requiere tiempo y dificulta el proceso de instalación de un rack. Los errores humanos son un tema serio cuando se trata de instalar paneles ciegos atornillados, ya que las pequeñas tuercas cuadradas, los tornillos y los paneles caen con frecuencia cerca de los equipos de producción, generando posibles tiempos de inactividad. Además, los tradicionales paneles ciegos atornillados normalmente se suministran en kits de varias alturas U. Por ejemplo, un kit puede incluir paneles de 1, 2, 4 y 8 U. Esto supone todo un desafío porque no sólo es necesario disponer de la cantidad correcta de altura U total, sino también de la combinación correcta de tamaños de paneles para ocupar los espacios requeridos. Estos factores pueden ralentizar un proceso que de por sí es muy sensible por lo que respecta al tiempo necesario para instalar o actualizar un centro de datos.

Adquirir paneles ciegos que encajen en cualquier armario rack de orificios cuadrados e instalarlos sin herramientas reduce significativamente el tiempo y el trabajo asociados a la instalación de paneles. Además, si el tamaño de los paneles se estandariza a 1 U, los racks se pueden rellenar con facilidad, en lugar de tener que dividir los espacios vacíos en una combinación de paneles de tamaños distintos (de 1, 2, 4 y 8 U). Por ejemplo, si fuese necesario ocupar un espacio de 3 U en un rack y sólo quedasen dos paneles de 2 U, no sería posible ocupar el espacio con el material disponible. Habría que esperar hasta recibir un pedido de paneles de 1 U antes de poder completar la instalación.

Una de las soluciones que cumple estos requisitos es el panel ciego AR8136BLK de APC, como se muestra en las **Figuras 2a y 2b**.

Figura 2a: Ejemplo de panel ciego ajustable modular



Figura 2b: Mecanismo de ajuste del panel ciego



Piense en la cantidad de trabajo y material que requiere la instalación de paneles ciegos en un centro de datos de 100 racks calculando una media de 10 U de espacio vacío en cada rack (un total de 1.000 U de paneles ciegos). En la **Tabla 1** se compara el coste de instalar paneles ajustables de 1 U con el coste de instalar los tradicionales paneles atornillados de diversos tamaños. El ahorro en costes de material asciende al 41%, el ahorro en costes de mano de obra asciende al 97%, lo que equivale a un ahorro de coste total del 48% cuando se utilizan paneles ciegos ajustables.

Tabla 1: Análisis del coste de instalación de paneles ciegos en un centro de datos de 100 racks

	Paneles ciegos ajustables de 1 U	Paneles ciegos atornillados tradicionales				
		Juego variado	Paneles ciegos de 1 U	Paneles ciegos de 2 U	Paneles ciegos de 4 U	Paneles ciegos de 8 U
Coste habitual del panel ciego por U	\$4.00	\$4.67	\$12.00	\$7.25	\$6.13	\$4.00
Coste de los paneles ciegos para 1.000 U	\$4,000.00	\$4,666.67	\$12,000.00	\$7,250.00	\$6,125.00	\$4,000.00
Promedio de tiempo de instalación por panel ciego (segundos)	4.3	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
Tiempo necesario para instalar 1.000 U de paneles ciegos (horas)	1.2	22.2	83.3	41.7	20.8	10.4
Coste de instalación de 1.000 U basado en una tarifa por mano de obra de \$25 / hora	\$29.76	\$555.56	\$2,083.33	\$1,041.67	\$520.83	\$260.42
Coste de materiales						
Coste total de materiales para paneles ciegos ajustables de 1 U	\$4,000.00					
Coste total medio de materiales para paneles ciegos atornillados	\$6,808.33					
Coste de mano de obra						
Coste total de mano de obra con paneles ciegos ajustables de 1 U	\$29.76					
Coste total medio de mano de obra con paneles ciegos atornillados	\$892.36					
Ahorro						
% de ahorro en coste de materiales con paneles ciegos ajustables de 1 U	41.2%					
% de ahorro en coste de mano de obra con paneles ciegos ajustables de 1 U	96.7%					
En promedio, los paneles ciegos ajustables de 1 U se instalan 30 veces más rápido que los paneles atornillados tradicionales						
Supuestos del análisis						
Centro de datos de 100 racks con un promedio de 10 U de espacio a rellenar por rack o 1.000 U de paneles ciegos necesarios 3 minutos de tiempo de instalación para paneles ciegos ajustables de 1 U (42) 5 minutos de tiempo de instalación por panel ciego atornillado tradicional Los paneles ciegos tradicionales tienen cuatro orificios por panel. Los juegos variados están formados por paneles ciegos de 1 U, 2 U, 4 U y 8 U (1 de cada); se utilizan 67 kits para 1.000 U.						

Otros factores que contribuyen a una circulación del aire incorrecta

La ausencia de paneles ciegos en los espacios no utilizados del rack es sólo una de las vías que permite la recirculación del aire de escape. Algunos tipos de los equipos que se montan en los racks también permiten que el aire caliente de escape regrese a la parte frontal del rack. Además, el diseño de algunos racks no separa de forma inherente el aire de entrada y el de salida. En la **Tabla 2** se resumen los factores clave que contribuyen a la fuga de aire y se indica cómo controlarlos. Esta lista se puede utilizar como lista de control para revisar los centros de datos existentes o para evaluar los diseños de las salas de red y los centros de datos planificados. En la **Tabla 2** se sugiere que la selección de los racks, los monitores y otros equipos no se debe realizar sin tener en cuenta la circulación del aire en el rack. La aplicación de los principios de control resumidos en la **Tabla 2** es fundamental para garantizar un sistema de refrigeración de racks óptimo y fiable.

Tabla 2: Factores que contribuyen al recalentamiento provocado por la recirculación del aire al interior del rack y métodos para controlarlos

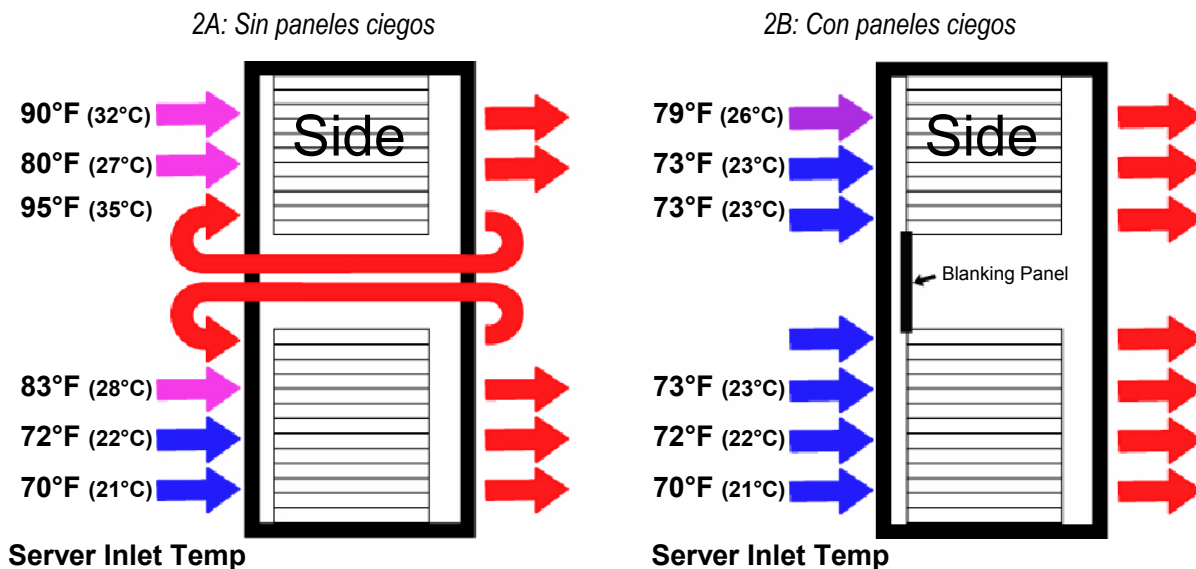
Factor contribuyente	Consecuencia	Control / lista de verificación
Espacio vertical no utilizado	El área abierta permite que el aire caliente de escape regrese a la entrada de aire de los equipos, provocando un recalentamiento.	Utilice paneles ciegos en todos los espacios no utilizados del rack.
Inserción de las guías del rack desde el lateral del armario	El área lateral abierta permite que el aire caliente de escape regrese a la entrada de aire de los equipos, provocando un recalentamiento.	No utilice racks de 584 mm (23") con guías ajustadas a 483 mm (19"). Utilice racks que no tengan espacios abiertos entre la guía y el lateral del armario.
Monitores en bandejas	El espacio abierto alrededor del monitor permite que el aire caliente de escape regrese a la entrada de aire de los equipos, provocando un recalentamiento.	Utilice monitores LCD de tapa abatible. Adquiera sujeciones biseladas de montaje en rack para los monitores CRT.
Servidores en torre en bandejas	El espacio abierto alrededor de los servidores permite que el aire caliente de escape regrese a la entrada de aire de los equipos, provocando un recalentamiento.	Utilice servidores para montaje en rack. Nota: la densidad de potencia de los servidores en torre en el rack es muy baja, lo que reduce la magnitud de este problema.

Factor contribuyente	Consecuencia	Control / lista de verificación
Espacio vertical del rack utilizado para pasar cables de la parte frontal a la parte trasera del rack	El espacio abierto alrededor de los cables permite que el aire caliente de escape regrese a la entrada de aire de los equipos, provocando un recalentamiento.	Utilice paneles ciegos equipados con una cubierta o un cepillo flexible que permita el paso de los cables y reduzca las fugas de aire.
Puertas frontales o traseras en el rack con ventilación restringida	La resistencia al flujo de aire de las puertas crea un gradiente de presión que amplifica todos los efectos anteriores.	Utilice puertas frontales y traseras totalmente perforadas. No utilice puertas de cristal ni puertas con perforación limitada.
Espacio entre racks	El área abierta permite que el aire caliente de escape regrese a la entrada de aire de los equipos, provocando un recalentamiento.	Acople los racks unos junto a otros siempre que sea posible.

Ejemplo real

Se evaluaron las ventajas cuantitativas que aporta el uso de paneles ciegos midiendo el efecto en un rack real configurado con servidores en condiciones habituales. Las condiciones de este experimento se describen en el **Apéndice A**. La reducción del aumento de la temperatura del aire de entrada del servidor resultante de la instalación de un panel ciego se muestra en la **Figura 3**.

Figura 3: Efecto de la instalación de un panel ciego sobre la temperatura de la entrada de aire del servidor



La **Tabla 3** contiene un resumen de estos datos, que indican que los servidores más fríos se encuentran en la parte inferior del rack y no se ven afectados por el uso del panel ciego. El servidor más caliente está ubicado justo encima del espacio vertical abierto y no utilizado del rack. La temperatura de entrada de este servidor se reduce más de 11 °C (20 °F) si se instala el panel ciego.

Tabla 3: Datos empíricos que demuestran el efecto de los paneles ciegos sobre la temperatura de entrada de aire de los servidores

Sin paneles ciegos	35 °C (95 °F): Servidor más caliente	21 °C (70 °F): Servidor más frío
Con paneles ciegos (y el mismo servidor)	23 °C (73 °F)	21 °C (70 °F)
Diferencia de temperatura	12 °C (22 °F)	0 °C (0 °F)

Este ejemplo real representa un caso en el que una serie de racks de alta densidad están ubicados en largas filas unos al lado de otros. En la práctica, los racks altos con alta densidad de potencia se ubican a menudo junto a racks de baja densidad de potencia y con frecuencia se utilizan en filas cortas. En estos casos cabe esperar que el efecto de reducción de temperatura de los paneles ciegos esté atenuado. Para confirmar este efecto, se realizaron mediciones de temperatura en salas de red reales con racks de densidad de potencia combinada y filas cortas. En todos los casos se registraron reducciones de temperatura en el aire de entrada de los servidores derivadas del uso de paneles ciegos en los espacios verticales adyacentes vacíos de los racks. Las reducciones de temperatura medidas reales oscilan entre 2,8 °C y 8,3 °C (5 °F y 15 °F).

La comprensión del principio de recirculación del aire, combinada con los resultados empíricos, sugiere que se pueden extraer las siguientes conclusiones generales:

- En condiciones reales, el uso de paneles ciegos puede reducir la temperatura de funcionamiento de los equipos de IT en 10 °C (22 °F).
- Las ventajas de utilizar paneles ciegos son mayores para los equipos ubicados junto al espacio vacío que ocupa el panel ciego y sobre éste.
- El uso de paneles ciegos puede reducir la incidencia de recalentamientos y los problemas de “puntos calientes” que se producen en salas de red y centros de datos.
- Cuando se instalan paneles ciegos, se puede obtener la misma temperatura de aire de entrada de servidor con una temperatura de descarga superior del sistema de aire acondicionado; de este modo se logra una menor deshumidificación y una mayor eficacia del sistema de aire acondicionado.
- Las instrucciones de los fabricantes de los equipos de utilizar paneles ciegos son adecuadas.

Conclusión

Los equipos de IT montados en racks se pueden recalentar si el aire caliente de escape circula de regreso a la entrada de aire. En un rack se pueden dar determinadas condiciones que permiten, o incluso fomentan, la recirculación del aire y el subsiguiente recalentamiento.

Si se utiliza un rack correctamente diseñado en combinación con equipos para montaje en rack, una de las causas principales de la recirculación del aire es el espacio no ocupado del rack. El uso de paneles ciegos para rellenar este espacio vacío elimina el problema.

Este documento contiene una lista de control de los elementos que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar nuevas salas de red o centros de datos, aunque también se puede utilizar para revisar las salas de red o los centros de datos existentes. Si se cumplen estas instrucciones, el recalentamiento producido por la recirculación se puede reducir notablemente y se puede mejorar la eficacia del sistema de aire acondicionado.

Acerca del autor:

Neil Rasmussen es uno de los fundadores y Director técnico general de American Power Conversion. En APC, Neil dirige el mayor presupuesto de I+D del mundo destinado a infraestructura de alimentación, refrigeración y racks para redes críticas, con centros principales de desarrollo de productos en Massachusetts, Missouri, Dinamarca, Rhode Island, Taiwán e Irlanda. Neil está dirigiendo actualmente los esfuerzos de APC para desarrollar soluciones modulares y escalables para centros de datos.

Antes de fundar APC en 1981, Neil obtuvo sus títulos de diplomatura y licenciatura en Ingeniería Eléctrica en el MIT, donde hizo su tesis sobre el análisis de una fuente de alimentación de 200 MW para un reactor de fusión Tokamak. Desde 1979 hasta 1981 trabajó en los laboratorios MIT Lincoln Laboratories en sistemas de almacenamiento por volante de inercia y sistemas solares de alimentación eléctrica.

Apéndice A: Descripción de las condiciones del experimento

El objetivo del experimento es crear un entorno similar al de un centro de datos real. El experimento se ha realizado en un solo rack, utilizando 30 simuladores de servidor de 1 U. Cada simulador de servidor de 1 U está formado por un chasis de servidor de 1 U real con fuente de alimentación y ventiladores, pero la placa base de la CPU se ha reemplazado por una carga resistiva. Cada carga de servidor simulada se configuró para un consumo de 150 vatios. Se colocaron 30 simuladores de servidor en un armario NetShelter VX de 42 U de APC, de 1.067 mm (42") de fondo. La carga total fue de 4,5 kW. Los simuladores de servidor se colocaron de tal forma que quedara un solo espacio de 11 U aproximadamente en el centro del armario. Se controlaron las temperaturas de entrada en cada séptimo espacio U comenzando en el segundo U y finalizando en el cuadragésimo primer U.

Para simular la presencia del rack experimental en una fila de racks, se partió de la base de que cada rack de la fila sería idéntico y de que el rack experimental estaría ubicado cerca del centro de una larga fila. Se supuso que la fuente de aire era una línea uniforme de baldosas ventiladas de falso suelo en la parte frontal del rack. En este caso, se cancelan aproximadamente todos los vectores de gradiente de presión de aire horizontal entre los racks adyacentes, y el movimiento de aire lateral entre racks equivale más o menos a cero. Además, se dio por supuesto que los racks estaban colocados en filas con pasillos fríos y calientes alternos. Por lo tanto, se cancelan aproximadamente los gradientes de presión de aire entre las filas adyacentes, y el movimiento de aire lateral entre filas equivale más o menos a cero a lo largo de una línea a medio camino entre las filas. Para simular las condiciones del centro de datos descrito en el laboratorio con un solo rack, se colocaron particiones tal como se muestra en la **Figura A1**. Las particiones equilibran los gradientes de presión de aire sin que sea necesario instalar y manejar realmente una gran cantidad de racks.

Se midieron las temperaturas de aire de entrada de los servidores con un sistema de adquisición de datos Agilent 34970A utilizando termopares de tipo "T" con una precisión publicada de +/- 1,0 °C. Los termopares se montaron en el aire, 2 pulgadas por delante de la rejilla de entrada de aire. La temperatura de la masa de aire se midió en la abertura de entrada de la partición y en la abertura de escape de la partición como se muestra en la **Figura A1**.

Figura A1: Configuración experimental

La temperatura del aire libre en la entrada fue de 21 °C (70 °F) durante el experimento.
La temperatura de la masa de escape fue de 35 °C (95 °F) durante el experimento.

