

## **Riesgos en la disipación de calor en Datacenters** **Risks in heat dissipation in Datacenters**

Mario Roberto Monges Olmedo<sup>1</sup>

Artículo Recibido: 27/01/2016

Aceptado para Publicación: 05/02/2016

**Resumen:** El gran demanda por servicios disponibles gracias a la virtualización, exigen mayor poder de cómputo en los datacenters. El remplazo de servidores convencionales por servidores de alta densidad demanda un mayor consumo de energía eléctrica y genera mayor disipación de calor. El tratamiento inadecuado del calor es un riesgo para la operatividad de los Datacenters.

**Palabras Claves:** Riesgo, Datacenter, Refrigeración

**Abstract:** The great demand for services available thanks to virtualization, demand more computing power in datacenters. The replacement of conventional servers by high density servers demands a greater consumption of electrical energy and generates more heat dissipation. Inadequate heat treatment is a risk to the operation of Datacenters.

**Keywords:** Risk, Datacenter, Blade, Refrigeration

### **Introducción**

El Data Center o Centro de Datos, es la dependencia física de una organización debidamente acondicionada, con computadoras y redes de comunicaciones. Por otra parte, consta de procedimientos y políticas que permite su operación y el resguardo de la información.

La tendencia es contar con tecnología de alta densidad que otorga mayor capacidad utilizando el mismo espacio que tecnologías anteriores. Así, un chasis de servidores Blade requieren hasta 5 veces más energía que las tecnologías convencionales en rack. Si bien, la entrega de energía representa un desafío para un datacenter convencional que incorpora racks Blade dentro de su infraestructura, el presente trabajo se centra el riesgo que representa operar en límites altos de temperatura en un Datacenter que no fue planificado para esta carga.

### **Servidores Blade**

Los servidores blade están diseñados para su montaje en racks al igual que otros servidores. La novedad radica en que los primeros pueden compactarse en un espacio más pequeño gracias a sus principios de diseño.

---

<sup>1</sup> Master en Ciencias de la Computación, Universidad Nacional de Asunción, Universidad Americana .Email: [mario.monges@gmail.com](mailto:mario.monges@gmail.com)

Cada servidor blade es una delgada "tarjeta" que contiene únicamente microprocesador, memoria y buses. Es decir, no son directamente utilizables ya que no disponen de fuente de alimentación ni tarjetas de comunicaciones.

Estos elementos, más voluminosos, se desplazan a un chasis que se monta en el rack y ocupa únicamente de cuatro (4U) a seis alturas (6U). Cada chasis puede albergar del orden de dieciséis "tarjetas" o servidores blade (según el fabricante). El chasis lleva integrados los siguientes elementos, que son compartidos por todos los servidores :

- Fuente de alimentación: redundante y hot-plug.
- Ventiladores o elementos de refrigeración.
- Conmutador de red redundante con el cableado ya hecho, lo que simplifica su instalación.
- Interfaces de almacenamiento. En particular, es habitual el uso de redes SAN (Storage Area Network) de almacenamiento.

Además, estos servidores suelen incluir herramientas software para su despliegue automático. Por ejemplo, son capaces de arrancar desde una imagen del sistema operativo almacenada en disco. Es posible arrancar una u otra imagen según la hora del día, la carga de trabajo, etc.

## **Ventajas de los servidores Blade**

Los servidores con chasis blade ofrecen las siguiente ventajas :

- Son más baratos, ya que se requiere menos electrónica y fuentes de alimentación para el mismo número de servidores. También consumen menos energía.
- Ocupan menos espacio, debido a que es posible ubicar dieciséis (16) servidores donde habitualmente solo caben cuatro.
- Son más simples de operar, ya que eliminan la complejidad del cableado y se pueden gestionar remotamente.
- Son menos propensos a fallar, ya que ningún servidor blade contiene elementos mecánicos.
- Son más versátiles, debido a que es posible añadir y quitar servidores sin detener el servicio, es decir, en caliente (como un disco duro).

## **Servidores Blade en Datacenters**

De acuerdo al reporte TC 3002 se tiene previsto que el mercado de servidores Blade en Datacenters irá creciendo un 10.25% anual. El motivo de esta adopción radica en beneficios de operación debido a su bajo consumo de energía y la posibilidad de incrementar el poder de cómputo utilizando el mismo espacio. Así también, la tendencia general de la adopción de virtualización obliga a la adopción de estrategias que permitan el aumento del poder de cómputo .

### **Consumo de energía en un Datacenter con Blades**

El consumo eléctrico medio de un rack en un centro de datos es de aproximadamente 1,7 kW, pero la alimentación máxima que puede obtenerse al llenarlo con los servidores de alta densidad disponibles, por ejemplo, los servidores Blade, es superior a 20 kW. Estas cargas superan ampliamente las capacidades de alimentación y refrigeración de un centro de datos típico.

Los operadores de centros de datos tienen muy poca experiencia con racks que consumen más de 10 kW, pero las tendencias actuales sugieren que muchos de ellos tendrán que enfrentarse a la necesidad de instalar y proporcionar alimentación y refrigeración a racks de alta densidad, tanto individuales como en grupos. [Whitepaper 46]

### **La refrigeración en los Datacenters**

La American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) TC 9.9 publica las temperaturas operativas recomendadas y permisibles para equipos de TI. La intención es ofrecer una mejor orientación para garantizar la fiabilidad y el rendimiento de los equipos. Estos valores se proporcionan en la Tabla 4.1. [5]

Tabla 4.1: Límites de temperatura operativa por ASHRAE TC9.9

<b>Temperatura operativa</b>	<b>Rango de temperatura</b>
Recomendado	20-25 °C
Permisible	15-32 °C

Un ejemplo de un rack de muy alta densidad sería una instalación de servidor Blade que consista en seis bastidores de servidores Blade de 7U en un rack de 42U, donde cada chasis

del Blade consume 3 kW, lo que supone un requisito de alimentación total de 18 kW. Esto significa que el rack debe recibir 18 kW para su alimentación, así como 18 kW para su refrigeración. Un sistema de este tipo sería considerado generalmente como un sistema de misión crítica y se requeriría contar tanto con redundancia de alimentación como de refrigeración.

### Aire frío y caliente en un Datacenter

Existen dos sistemas de contención que permiten mejorar la refrigeración de un Datacenter:

1. CACS
2. HACS

### CACS (Cold-Aisle Containment System)

El sistema de contención de pasillos fríos (CACS) cierra el pasillo frío, con lo que el resto del centro de datos se convierte en una cámara de retorno de aire caliente de gran tamaño. La contención del pasillo frío permite separar el flujo de aire frío del flujo de aire caliente. Este método de contención requiere que las filas de racks tengan una disposición que alterne pasillos calientes y fríos.

La Figura 1 muestra el principio básico del sistema de contención de pasillos fríos en un centro de datos con unidades de refrigeración perimetrales y piso falso. La implementación de CACS en este tipo de centros de datos se obtiene mediante la contención de los extremos y de la parte superior de los pasillos fríos, con lo que se convierte en un sistema cómodo para la adaptación de muchos de los centros de datos existentes.



Figura 1: Sistema de contención de pasillos fríos (CACS) implementado con enfoque de refrigeración basada en la sala

### **HACS (Hot-Aisle Containment System)**

El sistema de contención de pasillos calientes (HACS) cierra el pasillo caliente para contener el aire caliente de salida de los equipos de TI, con lo que el resto de la sala se convierte en una cámara de suministro de aire frío de gran tamaño. La contención del pasillo caliente permite separar el flujo de aire frío del flujo de aire caliente. Este método de contención requiere que las filas de racks tengan una disposición que alterne pasillos calientes y fríos. La Figura 2 muestra el principio básico del sistema HACS.



*Figura 2: Sistema de contención de pasillos calientes (HACS) implementado con sistemas de refrigeración en filas*

### **Extracción de calor en Datacenters**

La refrigeración de un rack de densidad ultraalta constituye un problema mucho más difícil de resolver que proporcionarle alimentación. El sistema de servidores Blade de 7U en un rack de 42U, donde cada chasis del Blade consume 3 kW, lo que supone un requisito de alimentación total de 18 kW, requeriría alrededor de 2.500 pies<sup>3</sup>/min. (1.180 litros por segundo) de aire frío en la entrada (basándose en un valor común de 20 °F [11 °C] de aumento de la temperatura en el aire de salida) y expulsaría esa misma cantidad de aire caliente por la parte trasera del rack. El equipo consumirá este volumen de aire independientemente de que el sistema de refrigeración pueda o no proporcionárselo. Si la sala no puede proveer esta cantidad de aire frío al rack, entonces el rack tomará su propio aire caliente de salida (o el aire de salida de algún equipo vecino) y, a la larga, se sobrecalentará. Son cuatro las acciones principales que se necesitan para conseguir la refrigeración necesaria :

- Proporcionar 2.500 pies<sup>3</sup>/min. (1.180 l/s) de aire frío al rack
- Extraer los 2.500 pies<sup>3</sup>/min. (1.180 l/s) de aire caliente que salen del rack
- Mantener el aire caliente de salida lejos de la entrada de aire del equipo

- Proveer todas estas funciones de manera redundante e ininterrumpida

### **Proporcionar 2.500 pies<sup>3</sup>/min. (1.180 l/s) de aire frío al rack**

Un centro de datos con piso falso típico posee una baldosa de ventilación para cada rack. La baldosa de ventilación media es capaz de proporcionar alrededor de 300 pies<sup>3</sup> /min. (142 l/s) de aire frío al rack. Esto significa que el rack de 18 kW requiere 8 baldosas de ventilación, lo que es 8 veces superior a lo que normalmente se le adjudicaría. Habría que aumentar en gran medida el ancho de los pasillos y el espacio entre los racks de modo que se puedan colocar 8 baldosas de ventilación por cada rack. Esto no es factible en un centro de datos típico.

Con el diseño de los centros de datos convencionales con una baldosa de ventilación por rack no puede refrigerar los rack de aproximadamente 6 kW por rack en un área sostenida. Este valor podría aumentar a hasta 10 kW por rack en un área sostenida cuando se utiliza con un sistema de contención de pasillos calientes o fríos.

### **Extraer los 2.500 pies<sup>3</sup> /min. (1.180 l/s) de aire caliente que salen del rack**

Existen tres maneras de reenviar el aire al sistema de refrigeración: a través de la sala, a través de un conducto o a través del plenum del techo falso. Independiente de la manera escogida, la capacidad de retorno de aire que tenga rack específico es limitada. Al igual que sucede con el suministro de aire, el intento de proporcionar una capacidad de retorno de aire de más de 400 pies<sup>3</sup>/min. (189 l/s) por rack en un área sostenida requiere una ingeniería especializada para garantizar que el sistema tenga la redundancia y el rendimiento necesarios.

### **Mantener el aire caliente de salida lejos de la entrada de aire del equipo**

La ruta de suministro más corta para que el aire llegue a la entrada del equipo informático es la ruta de recirculación proveniente de la propia salida del equipo. Una condición esencial del diseño del centro de datos es que la ruta de suministro de aire frío y la ruta de retorno del aire caliente de salida eviten esta ruta de recirculación no deseada. Esta condición se vuelve especialmente complicada en los entornos de alta densidad, dado que las altas velocidades de flujo de aire deben superar las resistencias de los sistemas de retorno y distribución de aire. Los paneles ciegos, descritos más adelante en este documento, son una solución eficaz para la recirculación en el rack.

### **Proveer todas estas funciones de manera redundante e ininterrumpida**

En un centro de datos de alta disponibilidad, las cargas deben seguir funcionando tanto durante el tiempo de inactividad programado como no programado de las unidades de aire

acondicionado de la sala de ordenadores (CRAC). Esto significa que, aunque una unidad de CRAC esté apagada, el servicio de refrigeración debe estar disponible y ser redundante.

El sistema de refrigeración de un centro de datos convencional recibe alimentación de reserva de un generador en modo de espera y no del sistema de alimentación ininterrumpida (SAI). El retraso que se produce en el arranque del generador es aceptable en un centro de datos medio porque la pérdida de refrigeración y de suministro de aire que se produce en los 5 a 20 segundos necesarios para que el generador se ponga en marcha hace que la temperatura se eleve solo alrededor de 1 °C (1,8 °F). Sin embargo, en el caso de que se instalen cargas de alta densidad del orden de los 18 kW por rack, el incremento de la temperatura del aire durante el retraso en el encendido del generador sería de unos inaceptables 8 a 30 °C (14 a 54 °F). Por lo tanto, en una instalación de alta densidad es necesario que los ventiladores y las bombas de refrigeración y, en algunos casos, hasta las unidades mismas de aire acondicionado estén en continuo funcionamiento para garantizar una refrigeración ininterrumpida. La necesidad de un sistema de refrigeración en el SAI es un importante factor de aumento de costes y un importante obstáculo en la instalación de sistemas informáticos de alta densidad.

### **Cinco estrategias para la instalación de servidores Blade y racks de alta densidad**

Existen cinco formas básicas de instalación de servidores Blade y racks de alta densidad :

1. Dispersión de la carga. Proporcionar a la sala una capacidad de alimentación y de refrigeración de un valor promedio inferior al máximo valor del rack, y distribuir la carga de determinados racks cuya carga supere el valor medio de diseño separando el equipo entre diferentes racks
2. Refrigeración prestada basada en reglas. Proporcionar a la sala una capacidad de alimentación y de refrigeración de un valor promedio inferior al valor máximo del rack y emplear reglas que permitan que los racks de alta densidad tomen prestada capacidad de refrigeración infrautilizada por los equipos adyacentes.
3. Refrigeración complementaria. Proporcionar a la sala una capacidad de alimentación y de refrigeración de un valor promedio inferior al valor máximo del rack y utilizar equipos de refrigeración complementaria según sea necesario para enfriar los racks que poseen una densidad mayor que el valor promedio de diseño.
4. Áreas de alta densidad dedicadas. Proporcionar a la sala una capacidad de alimentación y de refrigeración de un valor promedio inferior al valor máximo del rack, crear un área limitada

especial dentro de la sala que posea alta capacidad de refrigeración y limitar la ubicación de los racks de alta densidad a esa área.

5. Refrigeración de la sala completa. Proporcionar a la sala una capacidad de alimentación y refrigeración para cada uno de los racks según la densidad máxima del rack

Las 5 formas básicas se resumen en la Tabla 6.2, identificando sus ventajas y desventajas, como así también su aplicación en Datacenters

Método	Ventajas	Desventajas	Aplicación
Dispersión de la carga: Distribución de los equipos entre varios racks para mantener una carga máxima baja	Funciona en cualquier lugar, no necesita planificación  Resulta básicamente gratuita en muchos casos	Los equipos de alta densidad se deben dispersar incluso más que con la estrategia 2.  Se utiliza más espacio de suelo  Puede causar problemas con el cableado de datos	Centros de datos existentes, cuando los equipos de alta densidad constituyen una pequeña fracción de la carga total
Refrigeración prestada: Proporcionar una capacidad media de refrigeración con reglas que permitan a unos equipos tomar prestada la capacidad infrautilizada por otros	No requiere equipos nuevos  Resulta básicamente gratuita en muchos casos	Está limitada al doble de la densidad de alimentación de diseño  Se utiliza más espacio de suelo  Requiere la implementación de reglas complejas	Centros de datos existentes, cuando los equipos de alta densidad constituyen una pequeña fracción de la carga total
Refrigeración complementaria: Proporcionar capacidad media de refrigeración con la posibilidad de incorporar equipos de refrigeración complementarios	Alta densidad donde y cuando se necesita  Costes de capital diferidos  Alta eficiencia  Buena utilización del espacio de suelo	Limitada a alrededor de 10 kW por rack  Los racks y la sala se deben diseñar de antemano para que sean compatibles con esta estrategia	Construcciones nuevas o renovaciones  Entornos mixtos  Centros en los que no se conoce por adelantado la ubicación de los equipos de alta densidad
Área de alta densidad: Creación de una zona o fila especial de alta densidad en el centro de datos	Densidad máxima  Óptima utilización del espacio de suelo  Es necesario conocer de antemano el tamaño del	Es necesario planificar una zona de alta densidad de antemano o reservar espacio para ella.  Se deben mantener	Centros con una densidad de 10 a 25 kW por rack  Cuando es necesario ubicar los dispositivos de alta densidad juntos



	<p>área de alta densidad</p> <p>Alta eficiencia</p>	<p>separados los equipos de alta densidad</p>	<p>Construcciones nuevas o renovaciones</p>
<p>Sala completa: Proporcionar capacidad</p>	<p>Cubre todas las alternativas futuras</p>	<p>Altísimos costes operativos y de capital</p>	<p>Casos raros y extremos de grandes granjas de</p>
<p>de refrigeración de alta densidad para todos los racks</p>		<p>que superan hasta en 4 veces los métodos alternativos</p> <p>Puede provocar una infrautilización extrema de infraestructuras costosas</p>	<p>equipos de alta densidad con espacio físico muy limitado</p>

Fuente: Elaboración Propia.

### Conclusión

Existen diferentes soluciones que permiten realizar una instalación eficaz de equipos informáticos de alta densidad en entornos convencionales. Si bien el hecho de diseñar centros de datos completos pensando en la alta densidad sigue resultando poco práctico, los centros de datos pueden admitir la instalación limitada de equipos de alta densidad valiéndose de sistemas de refrigeración complementarios, empleando reglas que permitan que los equipos puedan aprovechar la capacidad infrautilizada por otros equipos circundantes y, por último, distribuyendo la carga entre varios racks.

Cuando se planifica una instalación con un alto porcentaje de racks de alta densidad y no es posible dividir el equipo, la única alternativa es realizar un diseño para que esta capacidad esté disponible para todos los racks. Los diseños convencionales de piso falso no proporcionarán la suficiente capacidad ni un rendimiento predecible para estos sistemas. Por tanto, serán necesarios sistemas de refrigeración a nivel de grupo, fila o rack.

## Referencia

Hwaiyu Geng, (2015)“Data Center Handbook”, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA.

ISACA, “CRISC<sup>TM</sup> Review Manual 2013”, Rolling Meadows, IL, USA, 2012.

Markets and Markets, “Data Center Blade Server Market by Data Center Type, by Services, by End User, by Region, & by Industry Vertical - Global Forecast to 2019”, UK, 2015

Niemann, John, et al, (2010)“Hot-Aisle vs. Cold-Aisle Containment for Data Centers”, APC by Schneider Electric.

Rasmussen, Neil,(2012) “Cooling Strategies for Ultra-High Density Racks and Blade Servers”, APC by Schneider Electric.

Rasmussen, Neil y Standley, Brian,(2007) “Cooling Strategies for IT Wiring Closets and Small Rooms”, American Power Conversion.