

# Fluctuaciones dinámicas de potencia en centros de datos y salas de red

Por Jim Spitaels

Documento técnico nº 43

**APC**<sup>®</sup>  
Legendary Reliability<sup>®</sup>

## Sumario

Los requisitos de potencia de los centros de datos y salas de red pueden variar en cuestión de minutos en función de la carga computacional. La magnitud de esta variación ha aumentado y continúa haciéndolo de forma sorprendente tras la implantación de tecnologías de gestión de la potencia en servidores y equipos de comunicaciones. Sin embargo, dicha variación también genera nuevos problemas relacionados con la disponibilidad y la gestión.

# Introducción

Los centros de datos y salas de red consumen una energía eléctrica total que corresponde a la suma de la potencia consumida por los equipos de tecnología de la información instalados. Tradicionalmente, estos equipos consumían una determinada cantidad de potencia que sólo variaba ligeramente en función de la carga computacional o el modo de funcionamiento.

Los ordenadores portátiles generaron la necesidad de que se administrara la potencia del procesador de forma que se alargara el tiempo de autonomía de la batería. La tecnología de gestión de potencia permitió que el consumo de potencia de los procesadores de los portátiles se redujera hasta un 90% con baja carga. A medida que esta tecnología ha ido madurando, ha comenzado a aplicarse al diseño de servidores. El resultado es que el consumo de potencia de los servidores de nuevo desarrollo puede variar considerablemente a lo largo del tiempo en función de la carga de trabajo.

Cuando la potencia varía con el tiempo, surgen una serie de problemas nuevos que afectan al diseño y la gestión de los centros de datos y salas de red. Hace algunos años, este problema era insignificante. Actualmente, sin embargo, la magnitud del problema ha alcanzado un punto en el que comienza a ser importante.

Las fluctuaciones en el consumo de potencia pueden tener consecuencias imprevistas e indeseables en los entornos de centros de datos y salas de red, como la desconexión de los cortocircuitos, recalentamientos y pérdida de redundancia en los sistemas de potencia redundantes. Esta situación crea nuevos retos para el personal que diseña o mantiene los centros de datos y las salas de red.

## Magnitud de la fluctuación dinámica de potencia

En la década de los 90, prácticamente todos los servidores consumían una cantidad de potencia prácticamente constante. Las principales causas de la variación en el consumo de potencia en los servidores estaban relacionadas con la rotación de las unidades de disco y los cambios de velocidad de los ventiladores controlados por temperatura. La carga computacional de los procesadores y los subsistemas de memoria causaban una variación insignificante en el consumo total de potencia. En un servidor típico empresarial o de pequeñas empresas, la variación total de potencia era del orden del 5% y prácticamente independiente de la carga computacional.

Para lograr una reducción significativa del consumo de potencia se requiere la cooperación entre el BIOS, el juego de chips, el procesador y el sistema operativo. En los sistemas en los que la potencia se gestiona de este modo, cada vez que los procesadores no se están utilizando al 100% de su capacidad, el sistema operativo ejecuta una secuencia de reposo con la que los procesadores entrarán en un estado de bajo consumo de potencia. La cantidad de tiempo que pasan en estado de bajo consumo de potencia es inversamente proporcional a la carga computacional del sistema (p. ej., un procesador que está funcionando con una utilización del 20% de la CPU pasará el 80% del tiempo en estado de bajo consumo de potencia).

Las técnicas empleadas para lograr estos estados de bajo consumo de potencia varían en función del fabricante y el tipo de procesador, pero las más comunes generalmente reducen o detienen los relojes y eliminan o reducen las tensiones aplicadas a las distintas piezas del procesador, el juego de chips y la memoria.

Recientemente, los fabricantes de procesadores han comenzado a utilizar otras técnicas que permiten conservar la energía mientras la CPU trabaja activamente. Estos métodos requieren cambiar la frecuencia de los relojes y la magnitud de las tensiones aplicadas a los procesadores para adaptarse mejor a la carga de trabajo aplicada al procesador en estado activo.

Es importante observar que toda técnica que reduzca condicionalmente la potencia del procesador sólo reducirá el promedio de potencia consumida por el sistema; la potencia máxima continúa siendo la misma, con tendencia al alza en cada nueva generación de unidades CPU. También es importante tener en cuenta que cuando la potencia del procesador pasa a ser una fracción mayor del consumo total de potencia del servidor, las variaciones en el consumo total de potencia del servidor debidas a la carga computacional son mayores si se consideran como porcentaje. Los servidores con varios procesadores y aquellos que tienen muy pocas unidades de disco (p. ej., servidores Blade), presentarán, por lo tanto, el porcentaje de fluctuación dinámica de potencia más alto.

En la **Tabla 1** se muestran las mediciones reales de algunos servidores. Los datos indican la variación en la potencia de CA medida con diferentes cargas computacionales en el ordenador.

**Tabla 1. Fluctuación dinámica de potencia en los servidores**

Plataforma	Procesador	Consumo de potencia con carga baja	Consumo de potencia con carga alta	Fluctuación en porcentaje
Dell PowerEdge 1150	Dual Pentium III - 1000	110 W	160 W	45%
Intel Whitebox	Pentium 4 - 2000	69 W	142 W	106%
IBM BladeCenter HS20 Chasis completo – 14 servidores Blade	Dual Xeon 3.4 GHz	2,16 kW	4,05 kW	88%
HP BladeSystem BL20pG2 Chasis completo – 8 servidores Blade	Dual Xeon 3.06 GHz	1,55 kW	2,77 kW	79%

# Problemas asociados con la fluctuación dinámica de potencia

La fluctuación dinámica de potencia genera los siguientes tipos de problemas :

## Sobrecarga de los circuitos derivados

La mayoría de los servidores pasan buena parte del tiempo funcionando con cargas computacionales bajas. En los servidores con gestión de potencia, esto significa que el servidor consume menos de su consumo potencial de potencia. Sin embargo, la mayoría de las personas que se dedican a la instalación o el mantenimiento de centros de datos y salas de red no son conscientes de que el consumo típico de potencia del servidor observado puede ser mucho menor que el consumo de potencia potencial en los casos de carga computacional alta. Esta situación puede llevar al operador de un centro de datos o sala de red o al personal de IT a poner demasiados servidores en un circuito derivado.

Cuando la suma de los consumos de máxima potencia de los servidores de un circuito derivado supera la potencia nominal de dicho circuito, el potencial de sobrecarga está presente. En esta condición, un grupo de servidores funcionará satisfactoriamente hasta que se produzca una condición en la que haya suficientes servidores sometidos simultáneamente a carga alta. Las condiciones informáticas resultantes de tal sobrecarga pueden ocurrir con poca frecuencia, por lo que el sistema funcionará satisfactoriamente sin fallos durante semanas o incluso meses.

Durante una condición de sobrecarga producida por la situación descrita, el circuito derivado funcionará a una corriente mayor que la corriente nominal. En el entorno del centro de datos o la sala de red, la consecuencia más importante de esta situación es que el cortacircuito del circuito derivado puede dispararse e interrumpir la alimentación de potencia a los equipos informáticos. Obviamente, esto es absolutamente indeseable. Además, como ocurre en un momento de alta carga computacional, es posible que los equipos informáticos estén manejando un gran número de transacciones, por lo que el fallo se estará produciendo probablemente en el peor momento.

## Recalentamiento

En el centro de datos y la sala de red, toda la potencia eléctrica consumida por los equipos informáticos se disipa como calor (una excepción a estos switches PoE que envían una importante fracción de su potencia por cables Ethernet a teléfonos VOIP, puntos de acceso Wi-Fi y otros dispositivos alimentados). Cuando el consumo de potencia de los equipos informáticos varía en función de la carga computacional, la pérdida de calor también varía. Si los equipos de una parte del centro de datos reducen bruscamente su consumo de potencia, puede generarse una condición de punto caliente local en el centro de datos. El sistema de refrigeración del centro de datos puede haberse equilibrado utilizando la disipación de energía típica, por lo que la duplicación de potencia en un área local puede producir un aumento de temperatura indeseable para el que no está diseñado el sistema de refrigeración. Esto puede hacer que los equipos se apaguen por sobretemperatura, que no actúen normalmente o que se anulen sus garantías.

## Pérdida de redundancia

Muchos servidores tienen entradas de alimentación redundantes dobles, y la mayoría de los centros de datos y salas de red de alta disponibilidad aprovechan esta característica para proporcionar al servidor alimentación por rutas eléctricas dobles. Estos sistemas pueden sobrevivir a un fallo total en cualquier punto de una de las rutas de alimentación y seguir funcionando. Durante el funcionamiento normal, los ordenadores están diseñados de forma que ambas rutas de alimentación compartan la carga por igual.

Cuando hay un fallo en una ruta de alimentación, la carga total del servidor se transfiere a la otra ruta de alimentación. Esto hace que la carga en esa ruta de alimentación se duplique. Por ello, los circuitos derivados de corriente CA que alimentan los equipos en un sistema de ruta doble deben estar cargados siempre a menos del 50% del valor nominal de la corriente permanente admisible para que dispongan de suficiente capacidad para transferir la carga total si es necesario.

Asegurar que un circuito derivado se cargue menos del 50% de su capacidad nominal es más difícil cuando las cargas muestran un consumo dinámico de potencia. Un sistema puede comprobarse después de la instalación y verificarse que sus circuitos derivados funcionan de forma segura por debajo del 50% de su capacidad nominal y después, en un momento de alta carga computacional, el sistema puede empezar a funcionar a más del 50% de su capacidad nominal.

Si un circuito derivado de un sistema de ruta doble entra en una condición en la que la carga es superior al 50% de su capacidad, la redundancia del sistema se pierde. Si una de las rutas fallase, la segunda quedaría inmediatamente sobrecargada y es muy probable que su cortacircuito se disparara según se ha descrito en la sección anterior. De nuevo, como esto ocurre en un momento de alta carga computacional, es posible que los equipos informáticos estén manejando un gran número de transacciones, por lo que la pérdida de redundancia se estará produciendo probablemente en el peor momento.

## Enmascaramiento del problema

El equipo que muestra un consumo dinámico de potencia puede representar sólo una pequeña fracción del consumo total de potencia de un centro de datos o sala de red. Si el 5% de los equipos de un centro de datos presenta una fluctuación dinámica de potencia de 2 a 1 y el resto de los equipos consumen una potencia constante, las mediciones de potencia total del centro de datos en la alimentación principal o en la unidad de distribución de potencia sólo variará un 2,5%. Esto puede hacer que un operario crea que no se está produciendo ningún problema importante de fluctuación dinámica de potencia cuando en realidad es probable que el cortocircuito se dispare, o que se esté produciendo un recalentamiento o una pérdida de redundancia. Por ello, hay una posibilidad muy real de que el problema pueda existir aunque operarios con experiencia no se den cuenta.

# Gestión de la fluctuación dinámica de potencia

Para mitigar los problemas descritos en las secciones anteriores, los diseñadores y administradores de centros de datos y salas de red deben adaptarse a las nuevas realidades del consumo dinámico de potencia. Hay varios medios que pueden utilizarse para tal fin; veamos algunos de ellos:

## Circuito derivado diferente para cada servidor

Si se instala un circuito derivado diferente para cada servidor, es imposible que se produzca una sobrecarga del circuito derivado. Esto es así porque, por diseño, cada servidor está garantizado que funcione desde un circuito derivado dedicado. Esto resuelve el problema de la sobrecarga del circuito derivado así como la pérdida de redundancia. No resuelve los problemas de temperatura, pero éstos no constituyen normalmente el mayor riesgo. Sin embargo, es una solución cara y compleja en la que los servidores pequeños se instalan como servidores 1U o 2U que pueden necesitar un elevado número de circuitos derivados por rack. En un caso extremo, un rack con servidores 1U de dos cables podría requerir 84 circuitos derivados, lo que corresponde a dos grandes cuadros de instrumentos de cortocircuitos. Esta solución es más práctica cuando se utilizan servidores grandes o servidores Blade.

## Establecimiento de normas sobre márgenes de seguridad para el peor de los casos y medición de su cumplimiento en la instalación

La mayoría de los operadores de centros de datos y salas de red tienen normas sobre márgenes de carga, que normalmente se expresan como una fracción de la carga total nominal del circuito derivado. Los valores típicos elegidos están entre el 60% y el 80% de la capacidad nominal de la derivación, y se considera que los valores del 75% son una compensación razonable entre la capacidad de potencia, el coste y la disponibilidad. Para comprobar el cumplimiento con la norma se miden las cargas reales del circuito derivado. Observe que hay un grave problema con esta solución cuando los sistemas muestran un consumo de potencia dinámicamente variable, porque puede ser difícil saber la carga computacional en el momento de la medición. Idealmente, habría que poner una carga computacional alta en el equipo protegido durante la medición para garantizar el cumplimiento en el peor de los casos.

## Establecimiento de normas sobre márgenes de seguridad para el peor de los casos y cálculo de su cumplimiento

En otro caso, se mantienen inventarios detallados de qué equipo exactamente está conectado a cada circuito derivado, manteniéndose y sumándose el consumo máximo de carga publicado o medido para garantizar que un determinado circuito derivado no se sobrecargue. Si desea más información relativa a la carga máxima de diversos equipos, consulte al fabricante de cada equipo (que suele exagerar considerablemente la carga) o aplicaciones de selectores de SAI como las que se encuentran en [www.apcc.com](http://www.apcc.com). El mantenimiento de inventarios detallados de circuitos derivados es una práctica común en los grandes centros de datos de alta disponibilidad. Sin embargo, esto requiere que el operador sepa exactamente qué hay conectado a cada circuito derivado en todo momento. En la mayoría de las salas de red y centros de datos pequeños, no hay un control de usuarios suficiente para garantizar que el equipo no se traslade, intercambie o sencillamente se conecte a una toma de red diferente. Por ello, esta solución no es práctica en muchas instalaciones.

Estos márgenes pueden reducirse aún más para prever aumentos dinámicos de potencia. Por ejemplo, la especificación del margen de seguridad puede ser que la carga en derivación medida no supere el 35% de la capacidad nominal del circuito derivado cuando el equipo funcione en un estado de reposo.

### **Establecimiento de normas sobre márgenes de seguridad para el peor de los casos y supervisión de su cumplimiento continuo**

En este caso se establecen los márgenes de seguridad y todos los circuitos derivados se supervisan de forma continua y constante mediante un sistema de supervisión automático. Las advertencias se envían cuando la carga en derivación comienza a entrar en el área de margen de seguridad. Por ejemplo, al usar una norma de carga en derivación del 60%, se envían alertas cuando la carga supera el 60%. El margen de seguridad se establece de forma que los operadores tengan un aviso del área problemática con suficiente antelación y puedan tomar una medida correctiva antes de que se produzca una sobrecarga. Este método puede utilizarse junto con los otros métodos descritos anteriormente. Su gran ventaja es que funciona en situaciones en las que es probable que los usuarios instalen o trasladen el equipo o lo conecten a una toma de red diferente sin ponerlo en conocimiento del administrador del centro de datos, una situación muy común en salas de red, instalaciones de colocación y centros de datos de seguridad media. Esta solución también puede avisar de la pérdida de redundancia inminente. Es la herramienta más potente que puede utilizar el administrador del centro de datos para gestionar las fluctuaciones dinámicas de potencia en un entorno en constante cambio.

## **Conclusión**

El porcentaje de cargas de IT de la sala de red o del centro de datos, que muestra un consumo de potencia que varía significativamente en función de la carga, aumenta con el tiempo. Esta situación provoca varios problemas imprevistos para los operadores de la infraestructura del centro de datos. Los procedimientos tradicionalmente utilizados para reducir al mínimo el riesgo de sobrecarga deben adaptarse a esta nueva realidad. La planificación adecuada y la supervisión de la potencia del circuito derivado son esenciales para garantizar la disponibilidad tanto en las nuevas como en las instalaciones existentes en las que se instala un gran número de servidores.

### **Acerca del autor:**

**Jim Spitaels** es un ingeniero consultor de APC. Tiene los títulos de diplomatura y licenciatura en Ingeniería Eléctrica del Worcester Polytechnic Institute. Durante los 14 años que lleva trabajando con APC, ha desarrollado sistemas SAI, productos de comunicaciones, arquitecturas y protocolos, armarios de equipos y productos de distribución de potencia, y ha dirigido múltiples equipos de desarrollo de productos. Jim también cuenta con tres patentes estadounidenses relacionadas con unidades SAI y sistemas eléctricos.