

# Variações dinâmicas do consumo de corrente em centros de dados e salas de servidores

Por Jim Spitaels

**Aplicação  
técnica nº 43**

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

## Sumário executivo

Os requisitos de alimentação dos centros de dados e salas de servidores variam de minuto a minuto, dependendo da carga de processamento. A magnitude desta variação aumentou e continua a aumentar dramaticamente com a implementação de tecnologias de gestão da alimentação em servidores e equipamento de comunicações. Esta variação tem levantado novos problemas relacionados com a disponibilidade e gestão.

# Introdução

Os centros de dados e as salas de servidores consomem uma potência eléctrica total correspondente à soma da potência consumida pelo equipamento de tecnologias de informação instalado. Historicamente, o consumo deste equipamento tinha apenas variações ligeiras, dependendo da carga de processamento ou do modo de funcionamento.

A introdução dos computadores portáteis criou a necessidade de gerir a alimentação do processador de modo a aumentar a autonomia da bateria. A tecnologia de gestão da alimentação permitiu uma redução máxima de 90% no consumo de energia dos computadores portáteis, quando a respectiva carga de trabalho é pouco intensa. O amadurecimento desta tecnologia levou ao começo da sua utilização na concepção dos servidores. Consequentemente, o consumo de corrente dos novos servidores pode variar dramaticamente com a carga de trabalho ao longo do tempo.

A variação do consumo de corrente ao longo do tempo cria uma série de novos problemas para a concepção e gestão de centros de dados e salas de servidores. Há alguns anos atrás, este problema era insignificante. Actualmente, este problema assumiu contornos importantes e a sua magnitude está a aumentar.

As flutuações no consumo de corrente podem ter consequências imprevistas e indesejáveis no ambiente do centro de dados e sala de servidores, incluindo o disparo de disjuntores, o sobreaquecimento e a perda de redundância dos sistemas de alimentação redundantes. Esta situação cria novos desafios para os responsáveis pela concepção e funcionamento dos centros de dados e salas de servidores.

## Magnitude da variação dinâmica do consumo

Durante a década de 90, quase todos os servidores apresentavam um consumo de corrente consistente. As principais causas da variação de consumo dos servidores estavam relacionadas com o arranque das unidades de disco e com as alterações de velocidade das ventoinhas controladas pela temperatura. A carga de processamento dos processadores e subsistemas de memória causava uma variação insignificante no consumo de corrente geral. Nos servidores típicos de uma PME, a variação total de consumo rondava os 5% e era quase independente da carga de processamento.

A existência de reduções significativas no consumo de corrente requer a cooperação entre o BIOS, o chipset, o processador e o sistema operativo. Num sistema com este tipo de gestão da alimentação, o sistema operativo executa um thread inactivo sempre que os processadores tiverem uma utilização inferior a 100%, fazendo com que estes entrem num estado de baixo consumo. A quantidade de tempo dispendido no estado de baixo consumo é inversamente proporcional à carga de processamento do sistema (por exemplo, um processador com 20% de utilização da CPU irá passar 80% do tempo num estado de baixo consumo).

As técnicas utilizadas para atingir os estados de baixo consumo variam de acordo com os fabricantes e as famílias de processadores, mas as técnicas mais comuns envolvem a redução ou paragem dos ciclos de relógio e a remoção ou redução das tensões aplicadas a vários componentes do processador, chipset e memória.

Mais recentemente, os fabricantes de processadores desenvolveram técnicas destinadas a poupar energia enquanto a CPU está a trabalhar activamente. Estes métodos envolvem a alteração da frequência do relógio e a magnitude das tensões aplicadas aos processadores, tendo em vista uma melhor adaptação à carga de trabalho do processador no estado activo.

Devemos salientar que qualquer técnica destinada a reduzir condicionalmente o consumo do processador só reduz o consumo médio de corrente do sistema; o consumo máximo não sofre qualquer alteração, tendo vindo a aumentar em cada nova geração de CPUs. Devemos ainda realçar que, quando o consumo do processador assume uma percentagem maior do consumo total de corrente do processador, as variações percentuais do consumo total de corrente do servidor resultantes da carga de processamento aumentam proporcionalmente. Consequentemente, os servidores com vários processadores e poucas unidades de disco (por exemplo, servidores blade) apresentam uma variação percentual dinâmica de consumo mais elevada.

A **Tabela 1** apresenta as medições reais de alguns servidores. Esta tabela apresenta a variação do consumo de corrente CA medido com diferentes cargas de processamento do computador.

**Tabela 1 – Variação dinâmica do consumo de servidores reais**

Plataforma	Processador	Consumo de corrente com carga de trabalho leve	Consumo de corrente com carga de trabalho intensa	Varição percentual
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 Chassis completo – 14 blades	Dual Xeon 3,4 GHz	2,16 kW	4,05 kW	88%
HP BladeSystem BL20pG2 Chassis completo – 8 blades	Dual Xeon 3,06 GHz	1,55 kW	2,77 kW	79%

# Problemas associados à variação dinâmica do consumo

A variação dinâmica do consumo levanta os novos tipos de problemas descritos em seguida:

## Sobrecarga do circuito de derivação

A maior parte dos servidores passa grande parte do tempo com cargas de processamento leves. Nos servidores com gestão da alimentação, isto significa que o consumo do servidor é inferior ao seu consumo potencial. No entanto, a maior parte dos responsáveis pela instalação ou manutenção de centros de dados e salas de servidores não está ciente de que o consumo real típico de um servidor pode ser bastante inferior ao consumo potencial quando o servidor é submetido a uma carga de processamento intensa. Esta situação pode fazer com que o operador do centro de dados ou sala de servidores, ou o pessoal de TI, coloque acidentalmente demasiados servidores num circuito de derivação.

Quando a soma dos consumos máximos de corrente dos servidores existentes num circuito de derivação exceder a potência nominal desse circuito, estão criadas todas as condições para a ocorrência de uma sobrecarga. Nesta situação, um grupo de servidores funcionará correctamente até que ocorra uma condição em que um número suficiente de servidores seja simultaneamente submetido a uma carga de processamento intensa. As condições de processamento que causam uma sobrecarga deste tipo podem ocorrer com pouca frequência, pelo que o sistema poderá funcionar correctamente sem falhas durante semanas ou até mesmo meses.

Durante uma situação de sobrecarga resultantes das condições acima descritas, o circuito de derivação irá funcionar com uma corrente superior à nominal. No ambiente de centro de dados ou sala de servidores, a consequência mais significativa desta situação será o disparo do disjuntor do circuito de derivação, interrompendo o fornecimento de corrente ao equipamento informático. Esta situação é obviamente indesejável. Para além disso, e visto que esta situação ocorre num período de grande carga de processamento, é provável que o equipamento informático esteja a processar um grande número de transacções, pelo que é bastante provável que a falha ocorra num momento particularmente indesejável.

## Sobreaquecimento

No centro de dados e sala de servidores, toda a corrente eléctrica consumida pelo equipamento informático é dissipada sob a forma de calor (uma excepção a esta regra são os comutadores PoE, que enviam uma parte significativa da corrente consumida para os telefones VOIP, pontos de acesso Wi-Fi e outros dispositivos alimentados, através dos cabos Ethernet). Quando o consumo de corrente do equipamento informático varia devido à carga de processamento, a dissipação térmica também varia. Se o equipamento de uma parte do centro de dados aumentar subitamente o respectivo consumo de corrente, poderá causar um ponto quente local no centro de dados. O sistema de refrigeração do centro de dados pode ter sido dimensionado utilizando a dissipação térmica típica, pelo que a duplicação do consumo de corrente numa área localizada pode originar um aumento de temperatura indesejado para o qual o sistema de refrigeração não foi concebido. Isto pode causar a paragem do equipamento por sobreaquecimento, fazer com que o equipamento funcione de modo inesperado ou ainda causar a anulação da garantia do equipamento.

## Perda de redundância

Muitos servidores estão equipados com duas tomadas de corrente redundantes e a maior parte dos centros de dados e salas de servidores de alta disponibilidade tiram partido desta característica para estabelecerem circuitos de alimentação duplos para o servidor. Estes sistemas resistem a uma falha completa em qualquer ponto de qualquer um dos circuitos de alimentação, continuando a funcionar. Durante o funcionamento normal, os computadores foram concebidos para que a carga seja igualmente partilhada por ambos os circuitos de alimentação.

Quando existe uma falha num circuito de alimentação, a carga total do servidor é transferida para o outro circuito. Isto origina a duplicação da carga nesse circuito. Por este motivo, os circuitos de derivação CA que alimentam o equipamento num sistema com duplo circuito de alimentação têm sempre de ter uma carga inferior a 50% do valor nominal para disporem de capacidade suficiente para suportarem a carga completa sempre que for necessário.

Garantir que um circuito de derivação tem uma carga inferior a 50% do valor nominal torna-se mais difícil quando o consumo de corrente apresenta uma variação dinâmica. Após a instalação, é possível testar um sistema e determinar que os respectivos circuitos de derivação estão a funcionar em segurança com uma carga inferior a 50% do valor nominal mas, posteriormente, durante um período de elevada carga de processamento, o sistema poderá começar a funcionar a mais de 50% do valor nominal.

Se um circuito de derivação num sistema com duplo circuito de alimentação atingir uma carga superior a 50% da respectiva capacidade, a redundância do sistema é perdida. Se um circuito falhar, o segundo circuito ficará imediatamente sobrecarregado e o respectivo disjuntor irá provavelmente disparar, conforme descrito na secção anterior. Mais uma vez, visto que esta situação ocorre num período de grande carga de processamento, é provável que o equipamento informático esteja a processar um grande número de transacções, pelo que é bastante provável que a perda de redundância ocorra num momento particularmente indesejável.

## Ocultação do problema

O equipamento com consumo de corrente dinâmico pode representar apenas uma pequena fracção do consumo total de corrente de um centro de dados ou sala de servidores. Se 5% do equipamento de um centro de dados tiver uma variação dinâmica do consumo de 2 para 1 e o resto do equipamento tiver um consumo constante, as medições do consumo de corrente do centro de dados efectuadas no circuito principal de alimentação ou numa unidade de distribuição de alimentação poderão apresentar uma variação de apenas 2,5%. Isto poderá levar o operador a pensar que não existe nenhum problema significativo de variação dinâmica do consumo enquanto que, na realidade, poderá existir um risco significativo de ocorrência do disparo de um disjuntor, de sobreaquecimento ou de perda de redundância. Consequentemente, existe a possibilidade do problema existir e não ser reconhecido até mesmo por operadores experientes.

# Gerir a variação dinâmica do consumo

Para mitigar os problemas descritos nas secções anteriores, os responsáveis pela concepção e gestão dos centros de dados e salas de servidores têm de se adaptar às novas realidades do consumo dinâmico de corrente. Para tal, poderão utilizar vários métodos, alguns dos quais se encontram descritos em seguida:

## Separar os circuitos de derivação de cada servidor

Se existir um circuito de derivação separado para cada servidor, a sobrecarga do circuito de derivação não poderá ocorrer. Isto acontece porque cada servidor é concebido para funcionar a partir de um circuito de derivação dedicado. Isto resolve o problema da sobrecarga dos circuitos de derivação e o problema da perda de redundância. Os problemas térmicos não são resolvidos, mas estes não representam normalmente o maior risco. No entanto, a implementação de pequenos servidores, tais como servidores 1U ou 2U, é bastante complexa e dispendiosa, visto poder exigir um número extremamente elevado de circuitos de derivação por bastidor. Num caso extremo, um bastidor preenchido com servidores 1U com cabos duplos iria necessitar de 84 circuitos de derivação, o que corresponde a dois painéis de disjuntores de grandes dimensões. Esta solução é mais prática quando são utilizados servidores de grandes dimensões ou servidores blade.

## Estabelecer padrões de margem de segurança para o pior caso e verificar a conformidade após a instalação

A maior parte dos operadores de centros de dados e salas de redservidores têm padrões para as margens de carga, que são normalmente expressos sob a forma de uma percentagem da carga nominal do circuito de derivação. Os valores tipicamente seleccionados variam entre 60% e 80% da carga nominal do circuito de derivação, sendo 75% considerado um compromisso razoável entre capacidade de alimentação, custo e disponibilidade. As cargas são medidas para verificar a conformidade com o circuito de derivação. Repare que esta abordagem apresenta um problema sério quando os sistemas possuem um consumo de corrente dinamicamente variável, porque poderá ser difícil identificar a carga de processamento no momento da medição. Em circunstâncias ideais, a medição do equipamento protegido deve ser efectuada quando este estiver submetido a uma carga de processamento intensa, para assegurar a conformidade no pior caso.

## Estabelecer padrões de margem de segurança para o pior caso e calcular a conformidade

É também possível manter inventários detalhados do equipamento exacto ligado a cada circuito de derivação, sendo somado o consumo de corrente máximo publicado ou medido do equipamento, para garantir que um circuito de derivação específico não está sobrecarregado. As informações sobre a carga máxima do equipamento são normalmente disponibilizadas pelos respectivos fabricantes (que fornecem muitas vezes valores consideravelmente exagerados), podendo igualmente ser obtidas por aplicações de selecção de UPSs tais como as existentes em [www.apcc.com](http://www.apcc.com). A manutenção de inventários detalhados dos circuitos de derivação é uma prática comum nos centros de dados de alta disponibilidade. No entanto, isto requer que o operador tenha um conhecimento exacto do equipamento ligado a cada circuito de derivação. Na maior parte das salas de servidores e centros de dados de pequenas dimensões, não existe um controlo suficiente que permita garantir que o equipamento não é movido, trocado ou pura e

simplesmente ligado a outra tomada eléctrica. Consequentemente, esta abordagem não é prática em muitas instalações.

Estas margens podem ser ainda mais reduzidas para prever aumentos dinâmicos do consumo de corrente. Por exemplo, a especificação da margem de segurança pode indicar que a carga medida no circuito não pode exceder 35% da carga nominal do circuito quando o equipamento está em funcionamento numa condição inactiva.

### **Estabelecer padrões de margem de segurança para o pior caso e monitorizar a conformidade continuamente**

Neste caso, as margens de segurança são estabelecidas e todos os circuitos de derivação são monitorizados continuamente por um sistema de monitorização automático. São enviados avisos quando a carga do circuito de derivação começar a entrar na área da margem de segurança. Por exemplo, quando for utilizado um padrão de 60% de carga do circuito de derivação, os alertas são enviados quando a carga ultrapassar 60%. A margem de segurança é estabelecida de modo a que os operadores tenham um aviso significativamente antecipado de uma área problemática e possam tomar as acções correctivas necessárias antes que ocorra uma condição de excesso de carga. Este método pode ser utilizado em conjunto com os outros métodos anteriormente descritos. A grande vantagem deste método é que pode ser utilizado em situações onde é provável que os utilizadores instalem, movam ou liguem equipamento a uma tomada eléctrica diferente sem o conhecimento do gestor do centro de dados. Esta situação é muito frequente em centros de dados, instalações de “co-location” e centros de dados de segurança média. Esta abordagem também pode alertar para uma perda de redundância iminente. Esta é a ferramenta mais poderosa que o gestor do centro de dados pode utilizar para gerir variações dinâmicas do consumo num ambiente de constante mudança.



## Conclusão

A percentagem de equipamento de tecnologia de informação cujo consumo de corrente varia consideravelmente com a carga de trabalho tem vindo a aumentar na sala de servidores ou centro de dados ao longo do tempo. Esta situação origina vários problemas inesperados para os operadores da infraestrutura do centro de dados. Os procedimentos historicamente utilizados para minimizar o risco de sobrecargas têm de ser adaptados a esta nova realidade. O planeamento e a monitorização adequados do consumo de corrente dos circuitos de derivação são críticos para assegurar a disponibilidade em instalações novas e existentes onde será instalado um grande número de servidores.

### Acerca do autor:

**Jim Spitaels** é Engenheiro Consultor na APC. Tem um Bacharelato e um Mestrado em Engenharia Electrotécnica do Worcester Polytechnic Institute. Ao longo de 14 anos a trabalhar na APC, desenvolveu UPSs, produtos de comunicações, arquitecturas e protocolos, caixas para equipamento, produtos de distribuição de alimentação e geriu várias equipas de desenvolvimento de produtos. Jim detém igualmente 3 patentes nos EUA relacionadas com UPSs e sistemas de alimentação.