

Variazioni dinamiche dell'alimentazione nei data center e nelle sale di rete

Di Jim Spitaels

White Paper n. 43

APC[®]
Legendary Reliability[®]

Revisione 2

Sintesi

I requisiti di alimentazione richiesti dai data center e dalle sale di rete cambiano in modo estremamente rapido, nell'arco di minuti, a seconda del carico di elaborazione. L'entità di questo cambiamento è aumentata e continua ad aumentare con l'implementazione di tecnologie di gestione dell'alimentazione nei server e nelle apparecchiature di comunicazione, sollevando nuovi problemi correlati a disponibilità e gestione.

Introduzione

I data center e le sale di rete assorbono una quantità di corrente elettrica pari alla somma dell'alimentazione consumata dalle apparecchiature IT installate. In passato, la quantità di alimentazione consumata da tali apparecchiature variava leggermente a seconda del carico di elaborazione o della modalità di funzionamento.

I Notebooks hanno imposto la gestione dell'alimentazione del processore quale requisito necessario per prolungare l'autonomia della batteria. La tecnologia di gestione dell'alimentazione ha consentito di ridurre fino al 90% il consumo energetico dei processori di laptops caratterizzati da un carico modesto. Con l'andare del tempo, tale tecnologia ha iniziato ad essere utilizzata per la progettazione di server, favorendo lo sviluppo di server di nuova generazione caratterizzati da un consumo energetico che varia sensibilmente nel tempo in base al carico di lavoro.

Il cambiamento dei requisiti di alimentazione implica una serie di nuovi problemi in termini di progettazione e gestione dei data center e delle sale di rete. Fino a qualche anno fa questo problema era irrilevante, mentre oggi ha acquisito un'importanza fondamentale.

Le variazioni nel consumo energetico possono produrre conseguenze non pianificate e negative nell'ambiente dei data center e delle sale di rete, quali la disattivazione degli interruttori di circuito, il surriscaldamento e la perdita di ridondanza in sistemi di alimentazione ridondanti, creando nuove sfide per i progettisti o gli operatori dei data center e delle sale di rete.

Entità della variazione dinamica dell'alimentazione

Negli anni '90, quasi tutti i server assorbivano una quantità consistente di alimentazione. Le principali cause della variazione di alimentazione nei server erano legate all'accelerazione delle unità disco e ai cambiamenti repentini nelle ventole con controllo della temperatura. Il carico di elaborazione dei processori, invece, e dei sottosistemi di archiviazione produceva una variazione irrilevante nell'ambito del consumo energetico complessivo. Nei server delle aziende di piccole o grandi dimensioni, la variazione totale dell'alimentazione era pari al 5% e pressoché indipendente dal carico di elaborazione.

Per ridurre notevolmente il consumo energetico, occorre la cooperazione tra BIOS, chipset, processore e sistema operativo. In un ambiente con gestione dell'alimentazione di questo tipo, quando i processori si trovano a un livello di utilizzo inferiore al 100%, il sistema operativo esegue un thread inattivo mediante il quale i processori entrano nella modalità di risparmio energetico. L'intervallo di tempo trascorso in modalità di risparmio energetico è inversamente proporzionale al carico di elaborazione del sistema (ad esempio, un processore che utilizza il 20% della CPU rimarrà in modalità di risparmio energetico per l'80% del tempo operativo).

Sebbene le tecniche utilizzate per ottenere gli stati di risparmio energetico varino a seconda dei fornitori e delle famiglie di processori, quelle più comuni implicano la riduzione o l'arresto dei clock e l'eliminazione o la riduzione delle tensioni applicate ai vari componenti del processore, del chipset e della memoria.

Di recente, i fornitori di processori hanno introdotto tecniche appositamente ideate per ottenere un risparmio energetico durante l'uso della CPU. Questi metodi prevedono la modifica della frequenza dei clock e dell'entità delle tensioni applicate ai processori in base al carico di lavoro del processore in modalità attiva.

È importante notare che tutte le tecniche che implicano una riduzione della potenza del processore in realtà riducono solo l'alimentazione media consumata dal sistema; la potenza massima rimane invariata e tende ad aumentare con le CPU di nuova generazione. Inoltre, quando la potenza del processore incide in modo più consistente sul consumo energetico totale del server, la percentuale delle variazioni di tale consumo aumenta di conseguenza, a seconda del carico di elaborazione. Per questo motivo, la percentuale di variazione dinamica dell'alimentazione più alta sarà quella dei server con più processori e con un numero limitato di unità disco fisso (ad esempio, i blade server).

Nella **Tabella 1** sono illustrate le variazioni nell'alimentazione CA di alcuni server misurate in base a carichi di elaborazione diversi.

Tabella 1 – *Variazione dinamica dell'alimentazione di server reali*

| Piattaforma | Processore | Consumo energetico con carico ridotto | Consumo energetico con carico elevato | Percentuale di variazione |
|--|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 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 Full chassis – 14 blade | Dual Xeon 3,4 GHz | 2,16 kW | 4,05 kW | 88% |
| HP BladeSystem BL20pG2 Full chassis – 8 blade | Dual Xeon 3,06 GHz | 1,55 kW | 2,77 kW | 79% |

Problemi associati alla variazione dinamica dell'alimentazione

La variazione dinamica dell'alimentazione solleva le nuove tipologie di problemi riportate di seguito:

Sovraccarico del circuito derivato

La maggior parte dei server viene utilizzata con carichi di elaborazione ridotti. Per i server dotati di sistemi di gestione dell'alimentazione, questo significa che il relativo consumo effettivo è inferiore a quello potenziale. La maggior parte degli addetti all'installazione o alla gestione dei data center e delle sale di rete ignora che il consumo energetico dei server generalmente osservato può essere notevolmente inferiore al consumo potenziale in presenza di un elevato carico di elaborazione. Per tale ragione, è possibile che l'operatore o il personale IT del data center o della sala di rete assegni involontariamente un numero eccessivo di server ad un circuito derivato.

Se la somma dei consumi energetici massimi dei server su un circuito derivato supera la potenza nominale del circuito stesso, potrebbe verificarsi un sovraccarico. In questo caso, un gruppo di server funziona correttamente fino a quando ad ognuno di essi non viene assegnato contemporaneamente un carico di elaborazione elevato. Poiché le condizioni di elaborazione che causano un sovraccarico si verificano raramente, il sistema può funzionare correttamente per settimane o addirittura mesi.

Durante un sovraccarico causato dalla situazione descritta in precedenza, il circuito derivato utilizza una quantità di corrente superiore alla relativa potenza nominale. In questo caso, l'interruttore del circuito derivato si disattiva causando l'interruzione dell'alimentazione del computer. Si tratta di una conseguenza che può rivelarsi particolarmente grave, in quanto avviene in corrispondenza di carichi di elaborazione elevati, ovvero quando sull'apparecchiatura di elaborazione sono in corso numerose transazioni che vengono necessariamente interrotte.

Surriscaldamento

Nel data center e nella sala di rete, tutta l'energia elettrica consumata dall'apparecchiatura di elaborazione viene dissipata sotto forma di calore; un'eccezione è rappresentata dai commutatori PoE che inviano una percentuale elevata della loro potenza tramite i cavi Ethernet a telefoni VOIP, punti di accesso Wi-Fi e altri dispositivi alimentati. Quando il consumo energetico dell'apparecchiatura di elaborazione varia in base al carico di elaborazione, anche il calore prodotto cambia di conseguenza; ad esempio, se il consumo energetico dell'apparecchiatura in una parte del data center aumenta improvvisamente, potrebbe verificarsi un fenomeno di surriscaldamento (hot-spot). Qualora il sistema di raffreddamento del data center sia stato bilanciato utilizzando un metodo generico di dissipazione del calore, una concentrazione dell'alimentazione pari al doppio di quella prevista in un'area specifica produce un tipo di surriscaldamento che il sistema di raffreddamento non è in grado di eliminare. In questo caso, è possibile che l'apparecchiatura si arresti per surriscaldamento o presenti problemi di funzionamento oppure è possibile che le garanzie dell'apparecchiatura stessa vengano annullate.

Perdita di ridondanza

Molti server dispongono di doppi ingressi di alimentazione ridondanti e la maggior parte dei data center e delle sale di rete ad alta disponibilità utilizza tale funzione per fornire al server doppi percorsi di alimentazione. Questi sistemi sono in grado di funzionare anche nel caso in cui si verifichi un'interruzione completa in qualsiasi punto del percorso di alimentazione. I computer sono infatti progettati in modo tale che il carico venga suddiviso equamente su entrambi i percorsi durante il funzionamento normale.

Quando si verifica un guasto in uno dei due percorsi, l'intero carico del server viene trasferito all'altro alimentatore, che pertanto si trova a sostenere un carico raddoppiato. Per tale motivo, occorre che il carico assegnato ai circuiti derivati dell'alimentazione CA che alimentano l'apparecchiatura in un sistema a doppio percorso sia sempre inferiore al 50% della potenza nominale, affinché i circuiti dispongano di potenza sufficiente per sostenere l'intero carico, se necessario.

Garantire che il carico di un circuito derivato non superi il 50% della relativa potenza nominale risulta ancora più difficile quando i carichi implicano un consumo energetico dinamico. È infatti possibile che i circuiti derivati di un sistema, che al momento dell'installazione funzionano correttamente al di sotto del 50% della relativa potenza nominale, superino tale valore in presenza di un carico di elaborazione elevato.

In questo caso, la ridondanza del sistema viene persa. Se uno dei due alimentatori non funziona, il secondo viene immediatamente sovraccaricato, causando la disattivazione del relativo interruttore di circuito, come descritto nella sezione precedente. Essendo causata da un carico di elaborazione elevato, ovvero quando sul computer sono in corso numerose transazioni che vengono necessariamente interrotte, la perdita di ridondanza è un problema che può produrre conseguenze indesiderate.

Difficoltà di rilevamento del problema

Il consumo energetico dinamico di un'apparecchiatura può rappresentare solo una piccola percentuale del consumo energetico totale di un data center o di una sala di rete. Se, ad esempio, il 5% delle apparecchiature di un data center presenta una variazione dinamica dell'alimentazione con rapporto da 2 a 1, mentre la parte restante assorbe una quantità di alimentazione costante, le misurazioni dell'alimentazione di massa del data center in corrispondenza dell'alimentazione principale o di una PDU possono variare solo del 2,5%. Questa situazione può far sì che un operatore non si accorga di un problema di variazione dinamica dell'alimentazione, né del rischio di disattivazione dell'interruttore di circuito, surriscaldamento o perdita di ridondanza. Vi è pertanto una possibilità reale che il problema esista, ma non venga rilevato da operatori esperti.

Gestione della variazione dinamica dell'alimentazione

Per evitare i problemi descritti nelle sezioni precedenti, i progettisti e i gestori dei data center e delle sale di rete devono adattarsi alle nuove realtà legate al consumo energetico dinamico. A tale scopo, sono disponibili vari metodi, alcuni dei quali vengono riportati di seguito.

Separazione del circuito derivato per ogni server

Se ad ogni server viene assegnato un circuito derivato separato, il sovraccarico del circuito non può verificarsi, in quanto ciascun server è progettato per funzionare mediante un circuito derivato dedicato. Questa soluzione consente di risolvere i problemi relativi al sovraccarico del circuito derivato e alla perdita di ridondanza, ma non quelli dovuti al surriscaldamento, sebbene non rappresentino il rischio principale. Si tratta di una soluzione molto complessa e costosa che, impiegando server di piccole dimensioni, quali i server 1U o 2U, potrebbe richiedere un numero estremamente elevato di circuiti derivati per rack. In casi estremi, un rack in cui sono installati server 1U a doppio cavo può richiedere 84 circuiti derivati, che corrispondono a due schede del pannello degli interruttori di circuito di grandi dimensioni. Questa soluzione appare più adatta nel caso in cui vengano impiegati server di dimensioni superiori o blade server

Definizione degli standard dei margini di sicurezza per il caso peggiore e misurazione della conformità al momento dell'installazione

La maggior parte degli operatori dei data center e delle sale di rete si avvale di standard per i margini di carico, generalmente espressi come percentuale della potenza nominale del circuito derivato a carico completo. I valori tipici sono compresi tra il 60% e l'80% della potenza nominale del circuito, con valori pari al 75% da considerarsi come un rapporto ragionevole tra capacità di potenza, costo e disponibilità. I carichi dei circuiti derivati vengono misurati per verificarne la conformità agli standard. Questo approccio può tuttavia comportare un problema serio qualora i sistemi presentino una variazione dinamica del consumo energetico, in quanto potrebbe essere difficile conoscere il carico di elaborazione al momento della misurazione. In teoria, un elevato carico di elaborazione viene indirizzato all'apparecchiatura protetta durante la misurazione per garantire la conformità nel caso peggiore.

Definizione degli standard dei margini di sicurezza per il caso peggiore e calcolo della conformità

In altri casi, i dati dettagliati relativi alle apparecchiature collegate a circuiti dedicati specifici e il carico massimo pubblicato o misurato assorbito da un'apparecchiatura vengono registrati per consentire di evitare il sovraccarico di un determinato circuito dedicato. Ulteriori informazioni sul carico massimo delle varie apparecchiature sono disponibili presso i singoli produttori delle apparecchiature (il carico indicato è spesso superiore a quello reale) o nelle applicazioni UPS Selector, quali quelle reperibili all'indirizzo www.apcc.com. Benché sia una prassi comune nei data center ad alta disponibilità, la registrazione dei dati relativi ai circuiti derivati presuppone che l'operatore conosca esattamente quali apparecchiature sono collegate ad ogni circuito derivato. Nella maggior parte delle sale di rete e dei data center di piccole dimensioni, non vi è sufficiente controllo degli utenti per evitare che l'apparecchiatura venga spostata, sostituita o semplicemente collegata a una presa diversa. Per tale motivo, questo approccio non risulta pratico in molte installazioni.

Questi margini possono essere ulteriormente ridotti per fornire ampliamenti di alimentazione dinamici. Ad esempio, la specifica dei margini di sicurezza potrebbe prevedere che il carico del circuito misurato non superi il 35% della potenza nominale del circuito stesso quando l'apparecchiatura si trova in modalità inattiva.

Definizione degli standard dei margini di sicurezza per il caso peggiore e controllo costante della conformità

In questo caso, vengono stabiliti i margini di sicurezza e tutti i circuiti derivati vengono controllati ininterrottamente da un sistema di monitoraggio automatico, che invia gli avvisi non appena il carico del circuito si avvicina ai margini di sicurezza. Se, ad esempio, viene utilizzato uno standard di carico del circuito pari al 60%, gli avvisi vengono inviati quando il carico supera tale valore. Il margine di sicurezza viene stabilito in modo che gli operatori ricevano con notevole anticipo l'avviso relativo a una zona a rischio per intervenire prima che si verifichi un problema di sovracorrente. Questo metodo può essere impiegato insieme agli altri metodi descritti in precedenza ed è particolarmente utile per tenere sotto controllo le situazioni che si verificano di frequente nelle sale di rete e nei data center con livello di sicurezza intermedio in cui gli utenti installano, spostano o collegano l'apparecchiatura ad un'altra presa all'insaputa del gestore del data center. Questo metodo consente inoltre di ricevere avvisi su imminenti perdite di ridondanza. Si tratta del più potente strumento che i gestori dei data center possono utilizzare per controllare le variazioni dinamiche di alimentazione in un ambiente in continuo cambiamento.

Conclusione

La percentuale dei carichi IT che presentano una notevole variazione di consumo energetico in base al carico è in continuo aumento nelle sale di rete e nei data center. Questa situazione è all'origine di una serie di problemi che gli operatori dell'infrastruttura del data center non possono prevedere e le procedure utilizzate per ridurre al minimo il rischio di sovraccarico devono adattarsi a questa nuova realtà.

La pianificazione corretta e il controllo dell'alimentazione dei circuiti derivati sono elementi fondamentali per garantire la disponibilità negli impianti nuovi ed esistenti in cui verrà installato un vasto numero di server.

Informazioni sull'autore

Jim Spitaels è Consulting Engineer per APC e ha conseguito laurea e master in Ingegneria elettrica presso il Worcester Polytechnic Institute. Durante i 14 anni di attività presso APC, ha sviluppato sistemi UPS, prodotti di comunicazione, architetture e protocolli, armadi per apparecchiature, prodotti di distribuzione dell'alimentazione e ha gestito numerosi team di sviluppo dei prodotti. Jim Spitaels è inoltre titolare di 3 brevetti statunitensi per sistemi UPS e di alimentazione.