

Calcolo dei requisiti totali di alimentazione per i data center

White Paper 3

Revisione 1

a cura di Victor Avelar

> Sintesi

Una parte delle attività di pianificazione e progettazione dei data center è costituita dall'adeguamento dei requisiti di alimentazione e raffreddamento delle apparecchiature IT alla capacità delle apparecchiature dell'infrastruttura. In questo documento si espongono dei metodi per il calcolo dei requisiti di alimentazione e raffreddamento e si forniscono indicazioni per la determinazione della capacità totale di alimentazione elettrica necessaria per supportare il data center, incluse le apparecchiature IT, le apparecchiature di raffreddamento, i sistemi di illuminazione e quelli per l'alimentazione di emergenza.

Contenuti

fare clic su una sezione per accedervi

Introduzione	2
Valutazione delle esigenze	2
Calcolo della potenza necessaria	3
Calcolo della capacità elettrica finale	6
Conclusioni	10
Risorse	11

Introduzione

Con l'adozione delle architetture UPS scalabili “pay as you grow” sta diventando più facile installare questi sistemi. Esse semplificano la vita al responsabile del data center, consentendogli di aggiungere moduli quando le aumentate esigenze del data center lo richiedono. Tuttavia nel caso di impianti di grandi dimensioni è facile perdere di vista le future esigenze elettriche del data center o della sala CED.

Il dimensionamento del servizio elettrico per un data center o una sala CED richiede la conoscenza della quantità di energia elettrica assorbita dal sistema di raffreddamento, dal sistema UPS e dai carichi IT critici. I fabbisogni di questi elementi possono variare notevolmente gli uni dagli altri, ma possono essere stimati con precisione adottando semplici regole dopo che i fabbisogni di alimentazione del carico IT pianificato sono stati determinati. Questi elementi, oltre a consentire di stimare la dimensione del servizio elettrico, possono essere utilizzati per stimare la capacità di alimentazione in uscita di un gruppo elettrogeno di riserva, qualora esso sia richiesto per i carichi del data center.

Valutazione delle esigenze

Qualsiasi iniziativa tesa a migliorare le potenzialità di un ambiente data center, di qualsiasi dimensione o scala, non può che partire da una valutazione delle esigenze. La valutazione delle esigenze consiste essenzialmente nel determinare le esigenze di disponibilità delle applicazioni aziendali elaborate mediante le apparecchiature IT. Un processo aziendale in cui il tempo non è un fattore critico, o pilotato da un processo batch, può determinare i requisiti di alimentazione e condizionamento dell'aria per il carico in una configurazione “N”, senza ridondanza interne per aumentare la disponibilità. Nelle installazioni in cui viceversa il tempo è un fattore più importante può essere necessaria una certa ridondanza nei sistemi dei componenti chiave e si può optare per configurazioni con topologia “N+1”. Ogni elemento chiave del sistema avrà un'apparecchiatura ridondante, in modo tale che qualora una delle unità si guasti il sistema possa comunque continuare a funzionare proteggendo il carico critico IT. Nelle applicazioni data center più critiche che richiedono una disponibilità totale (7 gg x 24 ore) si adotterà una topologia 2N, con ridondanza completa dei sistemi critici. Anche nell'eventualità che un sistema critico si guasti, l'altro manterrà i carichi operativi. Ciò consente anche di effettuare la manutenzione su un sistema mentre l'altro alimenta il carico. Per maggiori informazioni sulle diverse configurazioni, si rimanda al White Paper APC 75, *Confronto tra diverse configurazioni di progetto dei sistemi UPS*.



Risorse
APC White Paper 75

Confronto tra diverse
configurazioni di progetto dei
sistemi UPS

Qualunque sia l'effettiva configurazione del progetto del sistema UPS (N, N+1, 2N), occorre risolvere l'importante problema di garantire un'alimentazione sufficiente al carico critico e garantirne il raffreddamento. Tale problema deve essere trattato con la debita attenzione. Una stima per difetto della capacità richiesta può tradursi in seguito in disturbi dell'alimentazione quando si ha un aumento forzato della capacità, mentre una stima per difetto può provocare costi eccessivi dell'installazione iniziale e spese di manutenzione più ingenti.

Calcolo della potenza necessaria

Risorse
APC White Paper 43

Variazioni dinamiche dell'alimentazione nei data center e nelle sale CED

Molto spesso i data center costituiscono una parte di un edificio più grande. La seguente procedura di calcolo della capacità elettrica aiuterà ad assegnare la capacità necessaria per la parte dell'edificio dedicata al data center o alla sala CED. È importante tenere presente la differenza tra l'alimentazione in condizioni stazionarie e l'alimentazione di picco quando si calcolano i requisiti di alimentazione, e di ciò si tiene conto in questo documento. Per informazioni più esaurienti sui motivi per cui l'alimentazione elettrica è discontinua, si rimanda alla lettura del White Paper APC 43, *Variazioni dinamiche dell'alimentazione nei data center e nelle sale CED*. Nel caso di installazioni in cui le componenti critiche quali il sistema di condizionamento, gli scambiatori refrigeranti o i gruppi elettrogeni di riserva sono messi in comune e utilizzati per l'alimentazione di altri carichi a parte quelli del data center, il ridimensionamento del sistema richiede un'analisi più completa e complessa, che dovrà essere effettuata da un consulente tecnico.

La **Fig. 1** illustra l'analisi di una situazione tipica di ripartizione della capacità elettrica tra i vari carichi in un data center. Tale analisi si riferisce a un data center da 5.000 ft², (465 m²) con un carico critico iniziale in condizioni stazionarie di 50 kW, più un carico futuro in condizioni stazionarie di 50 kW. Si assume che il sistema di raffreddamento sia a espansione diretta (DX) e che la tensione di servizio sia di 480 volt c.a.

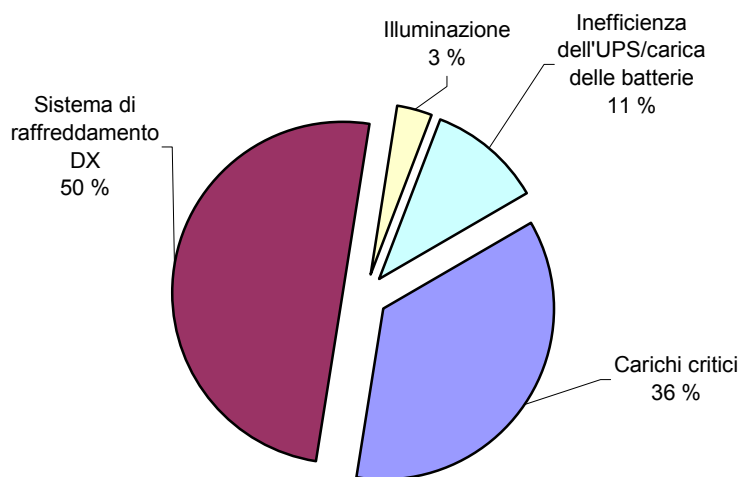


Fig. 1

Analisi dei requisiti elettrici di data center

Carichi critici

Un esercizio ben condotto di pianificazione dello sviluppo di un data center, da un ambiente a rack singolo a un data center di grandi dimensioni, dovrà iniziare con il calcolo della dimensione del carico critico che deve essere alimentato e protetto. Il carico critico è costituito da tutte le componenti hardware che costituiscono l'architettura delle attività IT: server, router, computer, dispositivi di archiviazione, apparecchiature per le telecomunicazioni, ecc., nonché sistemi di sicurezza, antincendio e di monitoraggio che proteggono tali dispositivi. Occorrerà iniziare con un elenco di tali dispositivi, con le rispettive caratteristiche indicate sulla targhetta (potenza e tensione nominale, alimentazione monofase o trifase). Occorre quindi correggere questi dati in modo che essi corrispondano al carico effettivo previsto. I requisiti di potenza specificati sulla targhetta sono i valori worst-case di potenza assorbita richiesti da Underwriter's Laboratory e in quasi tutti i casi sono di gran lunga superiori alla potenza operativa prevista. Secondo studi effettuati da importanti società di consulenza per la progettazione e da costruttori di alimentatori, per la maggior parte dei dispositivi IT il valore nominale indicato sulla targhetta è di gran lunga superiore al carico effettivo, di un fattore pari ad almeno il 33 %. Le norme statunitensi del National Electrical Code (NEC) e le norme

di altri enti normativi internazionali ammettono anch'esse questo fatto e consentono ai pianificatori di sistemi elettrici di sommare i valori nominali per i carichi previsti e moltiplicare il totale per un fattore di diversità, nella previsione che non tutti i dispositivi lavoreranno a pieno carico per il 100 % del tempo. In alternativa è possibile utilizzare uno strumento avanzato di calcolo del dimensionamento, come quello del sito Web citato più avanti. Strumenti di calcolo di questo tipo utilizzano dati di assorbimento di potenza forniti da un gran numero di costruttori e prevedono varie configurazioni delle apparecchiature.

UPS Selector

Con lo strumento di calcolo contenuto in questo sito, un professionista IT è in grado di configurare un insieme di server di un rack rappresentativo sulla base di componenti di marca. Questo strumento lavora dietro le quinte sommando i requisiti noti di alimentazione di ciascun componente all'interno di una determinata configurazione di server. Ad esempio, quando un utente specifica un server, gli viene chiesto di registrare la quantità di CPU e altre informazioni all'interno della finestra. In base ai dati immessi dall'utente, il selettore UPS calcolerà la potenza totale necessaria per il rack (tale potenza sarà espressa in VA). Lo strumento inoltre contiene informazioni importanti sull'alimentazione prevista dal costruttore e sulla spina di alimentazione.

Avendo a disposizione l'elenco dei componenti previsti che costituiscono il carico critico, è possibile determinare il carico base mediante lo strumento di calcolo delle dimensioni. Nel caso delle apparecchiature IT non elencate in questi strumenti di calcolo e dei requisiti di potenza per i sistemi antincendio, di sicurezza e monitoraggio, si utilizzerà la seguente procedura:

1. sommare le potenze nominali dei carichi previsti. Se la potenza non è riportata sul dispositivo, essa può essere determinata moltiplicando la corrente (A) per la tensione del dispositivo modo da ottenere il valore di potenza espresso in VA, che è approssimativamente pari al numero di watt che il dispositivo assorbirà;
2. moltiplicare il valore di VA previsto per 0,67 per stimare la potenza effettiva, in watt, rappresentata dal carico critico;
3. dividere tale numero per 1000 per calcolare i kilowatt (kW) del carico critico previsto.

Carichi futuri

I carichi dei data center non sono statici. Le apparecchiature IT, una volta costruite o messe in funzione, cambieranno quasi continuamente durante la vita utile del data center. Gli "aggiornamenti" della IT avranno un ciclo di almeno tre anni durante il quale verranno installati nuovi dispositivi più potenti o efficienti assieme ai dispositivi inizialmente pianificati, o in loro sostituzione. L'organizzazione IT deve effettuare una valutazione realistica della portata e della tempistica delle modifiche e degli aggiornamenti futuri, per consentire una corretta pianificazione che a sua volta consenta il calcolo iniziale dei requisiti di alimentazione. Gli elementi "a valle" del sistema di alimentazione e distribuzione elettrica possono essere ridimensionati, o rettificati in base a carichi noti e carichi futuri (a tale proposito si rimanda al White Paper APC 37, *Ottimizzare gli investimenti per la realizzazione di infrastrutture per sale CED e apparati di rete*), ma il servizio di alimentazione elettrica per i componenti della NCPI deve essere dimensionato a sufficienza per supportare il carico noto all'avviamento e i carichi futuri; altrimenti occorre prevedere l'installazione di una capacità aggiuntiva senza che ciò comporti un'interruzione prolungata delle attività, che influirebbe negativamente sulla disponibilità prevista dal cliente IT.

Una volta stimata l'entità dei carichi futuri, essa viene aggiunta alle informazioni di base sui carichi precedentemente acquisite, per determinare il valore del carico elettrico critico, espresso in kW.



Risorse

APC White Paper 37

Ottimizzare gli investimenti per la realizzazione di infrastrutture per sale CED e apparati di rete

Carichi UPS

Assumendo che il calcolo della disponibilità nella valutazione delle esigenze, precedentemente spiegata, richieda l'inclusione dell'alimentazione dell'UPS (tale ipotesi è quasi sempre vera), l'alimentazione del carico elettrico totale deve includere un fattore che tenga conto dell'inefficienza del sistema UPS, nonché dell'ulteriore alimentazione necessaria per la carica della batteria.

L'efficienza degli UPS varia da un prodotto all'altro e inoltre può variare notevolmente a seconda del carico dell'UPS. Gli UPS raramente funzionano nelle condizioni corrispondenti all'efficienza reclamizzata dai fornitori. L'88 % è un valore realistico e sufficientemente preciso dell'efficienza degli UPS in un'installazione tipica.

La carica della batteria contribuisce in modo significativo ma intermittente all'assorbimento di potenza. In condizioni normali, con la batteria carica, tale carico è trascurabile. Quando invece una batteria è parzialmente o completamente scarica, la potenza assorbita per caricarla può essere dell'ordine del 20 % del carico nominale dell'UPS. Sebbene queste condizioni si verifichino solo di rado, occorre ugualmente dimensionare il generatore e l'ingresso dell'alimentazione di servizio per questo carico.

Carichi di illuminazione

I carichi dell'illuminazione si riferiscono all'illuminazione nella parte dell'edificio occupata dal data center e dipendono dall'area calpestabile del data center. Per questo tipo di carico esiste una valida regola empirica, che suggerisce di utilizzare 2 watt per ft², o 21,5 watt per metro quadro.

Carichi di raffreddamento

Il White Paper APC 25, *Calcolo dei requisiti totali di raffreddamento per i data center*, contiene una discussione dettagliata sui carichi termici negli ambienti data center. Il documento contiene tabelle che aiutano a calcolare la capacità di raffreddamento necessaria per smaltire il calore generato dalle apparecchiature IT. Esso consente inoltre al pianificatore di calcolare la capacità di raffreddamento necessaria per supportare un carico critico pianificato. L'efficienza dei sistemi di raffreddamento varia entro limiti ampi, ma è possibile fare una prima distinzione tra sistemi ad acqua refrigerata e sistemi a espansione diretta. In genere i sistemi ad acqua refrigerata sono più efficienti. Vale la regola empirica secondo cui la potenza assorbita è pari al 70 % del carico totale di picco supportato. I sistemi a espansione diretta richiedono all'incirca il 100 % del carico totale di picco supportato. Si noti che i carichi di raffreddamento hanno dei picchi iniziali superiori ai valori in condizioni stazionarie di cui si tiene conto in questo calcolo. Nella **Tabella 1** di questo documento il fabbisogno del sistema di raffreddamento viene stimato utilizzando queste regole. Esse aiuteranno a determinare la dimensione del sistema di distribuzione elettrico necessario per supportare l'intero data center.

Dimensionamento del sistema di alimentazione

Sono stati individuati due parametri importanti che aiuteranno a stimare la dimensione del servizio elettrico che alimenterà l'ambiente del data center, vale a dire: il carico critico totale e il carico di raffreddamento totale. In generale, l'alimentazione elettrica deve essere abbastanza grande da supportare entrambi questi carichi, oltre ai carichi dell'illuminazione del data center.

L'assorbimento di potenza in condizioni stazionarie da parte dei carichi di un data center determina l'assorbimento di potenza ai fini del calcolo dei costi dell'energia elettrica.



Calcolo dei requisiti totali di raffreddamento per i data center

Tuttavia, il servizio elettrico e il generatore che forniscono l'alimentazione al data center non possono essere dimensionati sui valori in condizioni stazionarie. Questi alimentatori devono essere dimensionati sul valore di picco della potenza assorbita dai carichi, maggiorati di eventuali margini di riduzione delle prestazioni o sovradimensionamento richiesti dalle norme elettriche o dalla prassi ingegneristica standard. In pratica ciò porta a utilizzare per il servizio elettrico e il generatore dimensioni decisamente maggiori del previsto, come si vedrà nel paragrafo successivo.

Calcolo della capacità elettrica finale

Una volta stimata la capacità elettrica totale (in kW) con il processo appena descritto, è possibile effettuare due calcoli critici: il primo è una stima della dimensione del servizio elettrico occorrente per il data center, mentre il secondo è la stima della capacità dell'eventuale gruppo elettrogeno necessario per ottenere la disponibilità desiderata.

Dimensionamento del servizio elettrico

Il servizio elettrico può essere calcolato così:

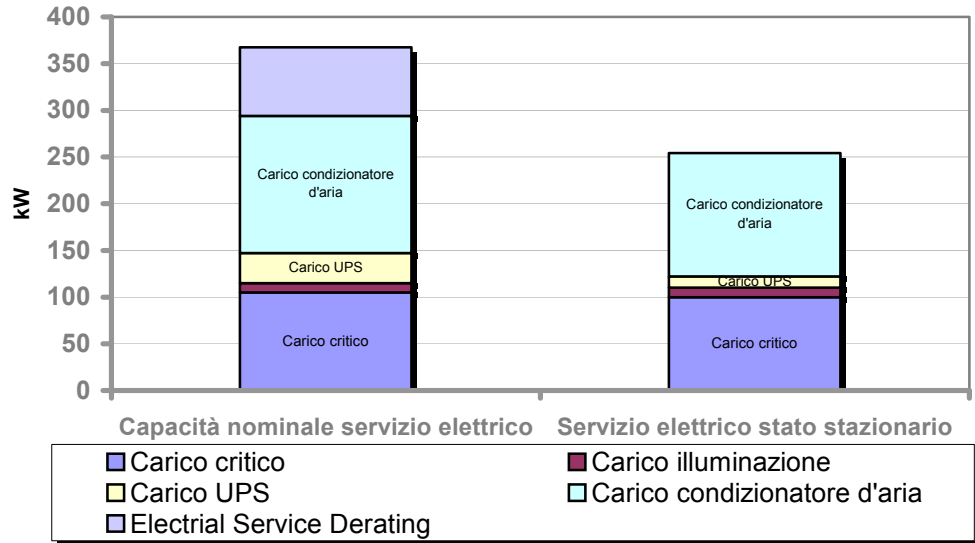
1. si prende la capacità elettrica totale richiesta, espressa in kW, e la si moltiplica per il 125 % per soddisfare i requisiti del National Electrical Code (Norme elettriche nazionali, NEC) e di altri enti normativi;
2. si calcola la tensione c.a. trifase all'ingresso, fornita dall'azienda elettrica. Tipicamente essa, negli Stati Uniti, è di 480 Vc.a., mentre in quasi tutte le altre parti del mondo è di 230 Vc.a.;
3. utilizzare la seguente formula per calcolare il dimensionamento del servizio elettrico per il data center, espresso in ampere:

$$\text{Ampere} = (\text{kW} \times 1000) / (\text{Volts} \times 1,73)$$

Questo calcolo consente di stimare la capacità del servizio elettrico occorrente per supportare il carico critico, il raffreddamento e le funzionalità dell'edificio per un data center. Con riferimento alle ipotesi di **Fig. 1**, la **Fig. 2** sottolinea l'importante distinzione tra potenza nominale (di picco) e potenza allo stato stazionario confrontando i requisiti del servizio elettrico in entrambi i casi. Occorre rilevare che questa è solo una stima e che il calcolo finale di dimensionamento del servizio dipende molto dalla disponibilità di informazioni precise sulle specificità del sito. Si consiglia vivamente di avvalersi dei servizi di un consulente qualificato, il quale verificherà la stima iniziale e svilupperà il progetto finale dell'alimentazione elettrica del data center. La **Tabella 1**, alla fine del documento, riassume i punti appena discussi.

Fig. 2

Confronto tra potenza nominale e la potenza in condizioni stazionarie per un carico critico tipico da 100 kW. Il valore nominale è quasi il quadruplo del valore per il carico critico in condizioni stazionarie

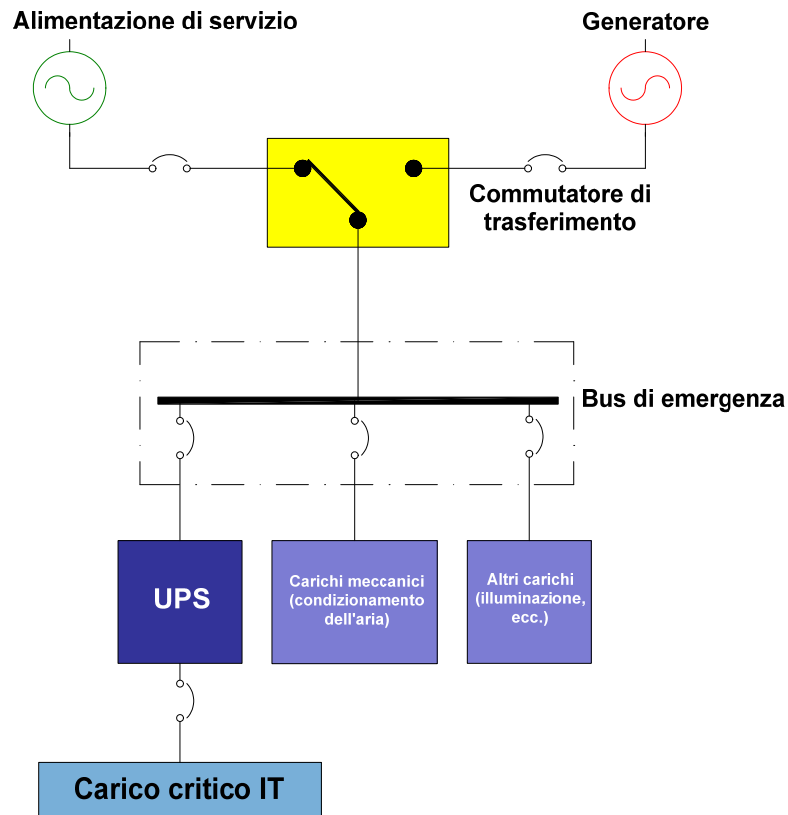


Dimensionamento dei gruppi elettrogeni di riserva

Una volta determinata la dimensione del servizio elettrico, si può prendere in considerazione il dimensionamento di un opportuno gruppo elettrogeno che assicuri l'alimentazione in caso di black-out e faccia aumentare la disponibilità del data center. La seguente Fig. 3 si riferisce all'installazione di un gruppo elettrogeno tipico:

Fig. 3

Gruppo elettrogeno tipico



La prima cosa da notare nello schema precedente è l'ipotesi che il data center è l'unico carico e che deve essere completamente protetto mediante un'alimentazione di riserva. L'alimentazione di servizio può costituire solo una parte di un sistema di distribuzione elettrica commerciale standard, nel qual caso questo schema farà parte di un sottoinsieme di un sistema elettrico molto più grande. Questo sottoinsieme è la parte del data center che alimenta i carichi IT critici.

Per stimare la dimensione del generatore occorrente per i carichi critici, si utilizzerà il procedimento di calcolo indicato nella parte inferiore della **Tabella 1**. Occorre tuttavia prendere in considerazione le caratteristiche elettriche dei carichi collegati al generatore attraverso il commutatore di trasferimento. Ad esempio, i carichi meccanici richiedono correnti di avviamento elevate e creano delle armoniche che possono impedire a un generatore di fornire la potenza occorrente. Lo stesso UPS può contribuire a questo problema se non funziona con un fattore di potenza elevato in entrata e può provocare il guasto del generatore se impone al generatore stesso un fattore di potenza con anticipo di fase.

La scelta di un sistema UPS con caratteristiche operative favorevoli a un funzionamento affidabile del generatore è un tema di discussione troppo ampio per essere trattato in questo White Paper. Basti notare che l'UPS deve essere scelto con cura per ottenere un'affidabilità accettabile da ogni punto di vista. Occorre evitare un sistema UPS con caratteristiche altamente capacitive in condizioni di carico ridotto. Alcune topologie UPS, quali quelle con conversione a delta, sono ideali per i sistemi con generatori e non produrranno le caratteristiche operative indesiderate dei sistemi a doppia conversione tradizionali con filtri capacitivi all'entrata. Da sola, questa scelta della topologia dell'UPS può avere un'influenza notevole sulle dimensioni richieste per il generatore, spesso con un fattore 3 (il generatore per un tipico UPS a doppia conversione dovrà essere da 1,75 a 3 volte più grande rispetto a un UPS a conversione a delta). Come nel caso del fabbisogno elettrico, la **Fig. 4** mette in risalto l'importante distinzione tra potenza nominale (di picco) e potenza in condizioni stazionarie, mediante comparazione dei requisiti del generatore in entrambi i casi.

Quando si sceglie un generatore, ci si può basare per semplicità sulla potenza nominale (in kW), ma occorre tenere presente che i generatori sono progettati per funzionare con carichi con un fattore di potenza inferiore a 1,0, tipicamente 0,8. Ciò significa che corrente e tensione saranno lievemente sfasate e che il generatore dovrà essere compatibile con tale sfasamento. Un generatore da 1000 kW, progettato per carichi con un fattore di potenza 0,8, avrà un valore nominale di 1200 kVA. Non bisogna confondere il valore nominale in kVA con l'effettiva capacità di alimentazione del generatore, che è sempre espressa in kW. Per maggiori informazioni sul fattore di potenza si rimanda al White Paper APC 15, *Watt e volt-ampere: una facile confusione*.


 Risorse
APC White Paper 15
Watt e volt-ampere: una facile confusione

Fig. 4
Confronto tra potenza nominale e potenza in condizioni stazionarie di un generatore per un carico critico tipico da 100 KW. Il valore nominale è più del quadruplo del valore per il carico critico in condizioni stazionarie

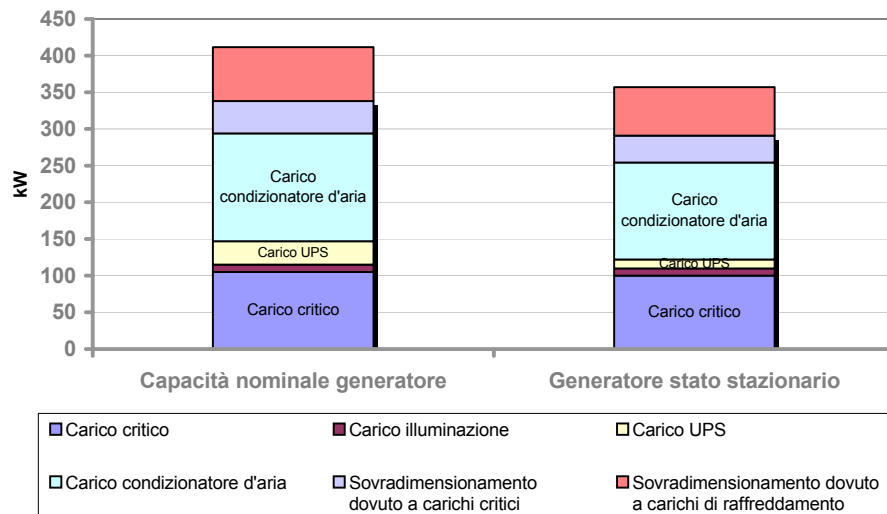


Tabella 1

Foglio di calcolo per la stima dei requisiti di alimentazione di un data center

Voce	Dati occorrenti	Calcolo	Subtotale, in kW
Fabbisogno elettrico			
Carico critico - valore fornito dallo strumento di calcolo del sito Web di APC	Valore nominale per ogni dispositivo IT	(Totale fornito da strumento di calcolo in VA x 0,67) / 1000	# 1 _____ kW
Per apparecchiature non elencate nello strumento di calcolo del dimensionamento, carico critico – targhetta	Subtotale VA (inclusi i sistemi antincendio, di sicurezza e monitoraggio)	(Subtotal VA x 0,67) / 1000	# 2 _____ kW
Carichi futuri	VA targhetta di ogni dispositivo IT previsto	[(Somma VA nominali per dispositivi futuri) x 0,67] / 1000	# 3 _____ kW
Valore di picco della potenza assorbita per variazioni dei carichi critici	Totale potenza assorbita dal carico critico in condizioni stazionarie	(# 1 + # 2 + # 3) x 1,05	# 4 _____ kW
Inefficienza dell'UPS e carica delle batterie	Carico effettivo + carichi futuri (in kW)	(# 1 + # 2 + # 3) x 0,32	# 5 _____ kW
Illuminazione	Totale area calpestabile associata al data center	0,002 x area calpestabile (ft ²), o 0,0215 x area calpestabile (m ²)	# 6 _____ kW
Totale potenza necessaria per supportare il fabbisogno elettrico	Totale dai precedenti # 4, # 5 e # 6	# 4 + # 5 + # 6	# 7 _____ kW
Fabbisogno totale - Raffreddamento			
Totale potenza necessaria per supportare il fabbisogno dei sistemi di raffreddamento	Totale dal precedente # 7	Per sistemi a scambiatori refrigeranti # 7 x 0,7 Per sistemi DX # 7 x 1,0	# 8 _____ kW
Fabbisogno totale			
Totale potenza necessaria per supportare il fabbisogno elettrico e di raffreddamento	Totale dai precedenti # 7 e # 8	# 7 + # 8	# 9 _____ kW
Stima della dimensione del servizio elettrico			
Requisiti per la conformità a norme NEC e di altri enti	Totale dal precedente # 9 above	# 9 x 1,25	# 10 _____ kW
Tensione c.a. trifase fornita all'entrata alim. di servizio	Tensione c.a.		# 11 _____ Vc.a.
Fabbisogno elettrico richiesto ad azienda elettrica, in ampere	Totale da # 10 e tensione c.a. in # 11	(# 10 x 1000) / (# 11 x 1,73)	_____ Ampere
Dimensione stimata del gruppo elettrogeno di riserva (se applicabile)			
Carichi critici richiedenti l'intervento del generatore	Totale dal precedente # 7	# 7 x 1.3*	# 12 _____ kW
Carichi di raffreddamento richiedenti l'intervento del generatore	Totale dal precedente # 8	# 8 x 1,5	# 13 _____ kW
Dimensione del generatore necessario	Totale dai precedenti # 12 e # 13	# 12 + # 13	_____ kW

*WARNING: The 1.3 variable applies to fully power factor corrected UPS. A 3.0 multiplier must be used when using traditional double conversion UPS with input harmonic filters.

Conclusioni


La valutazione del fabbisogno elettrico totale necessario per supportare e raffreddare i carichi critici presenti all'interno del data center è essenziale durante la pianificazione dello sviluppo di un impianto destinato a soddisfare le aspettative di disponibilità dell'utente finale. Mediante il processo appena descritto è possibile ottenere una stima ragionevole del fabbisogno totale. Ciò aiuterà a specificare le dimensioni dei componenti della Network-Critical Physical Infrastructure che consentiranno di ottenere la disponibilità determinata in base alla valutazione delle esigenze. Una volta determinate le dimensioni, la pianificazione concettuale e di dettaglio può proseguire con l'assistenza di un fornitore competente di sistemi NCPI o, nel caso di data center di dimensioni maggiori, di un consulente tecnico. A questo punto è possibile effettuare la stima dei costi sulla base delle dimensioni e della configurazione di affidabilità determinate nel processo di valutazione delle esigenze di alimentazione precedentemente descritto.





Informazioni sull'autore


Victor Avelar is a Senior Research Analyst at APC by Schneider Electric. He is responsible for data center design and operations research, and consults with clients on risk assessment and design practices to optimize the availability and efficiency of their data center environments. Victor holds a Bachelor's degree in Mechanical Engineering from Rensselaer Polytechnic Institute and an MBA from Babson College. He is a member of AFCOM and the American Society for Quality..



 **APC White Paper 75**
Confronto tra diverse configurazioni di progetto dei sistemi UPS

 **APC White Paper 43**
Variazioni dinamiche dell'alimentazione nei data center e nelle sale CED

 **APC White Paper 37**
Ottimizzare gli investimenti per la realizzazione di infrastrutture per sale CED e apparati di rete

 **APC White Paper 25**
Calcolo dei requisiti totali di raffreddamento per i data center

 **APC White Paper 15**
Watt e volt-ampere: una facile confusione

 Ricercare tutti i White Paper APC
whitepapers.apc.com

 Ricercare tutte le applicazioni APC TradeOff Tools
tools.apc.com

Contattateci

Per feedback e commenti relativi a questo White Paper

Data Center Science Center, APC by Schneider Electric
DCSC@Schneider-Electric.com

Se siete clienti e avete domande specifiche sul progetto del vostro Datacenter

Contattate il rappresentante APC by Schneider Electric