

Velké systémy UPS.

Dosiahnutie vyššej účinnosti (1)

Nakoľko čoraz viac pociťujeme nedostatok zdrojov energie a tá je z roka na rok drahšia, je elektrická účinnosť jedným z najdôležitejších výkonných ukazovateľov pri špecifikácii a výbere veľkých systémov nepretržitého napájania (UPS). Existujú tri nepatrné, ale veľmi významné faktory, ktoré môžu priamo ovplyvniť náklady každej spoločnosti prevádzkujúcej veľké UPS systémy, a to zvlášť z hľadiska výšky faktúry za elektrickú energiu. Pracovníci, ktorí sú zodpovední za výber týchto systémov, nanešťastie, často nerozpoznávajú tieto faktory, čo vedie k zvyšovaniu nákladov na strane vlastníka UPS, pretože sa správnym spôsobom nezohľadnila pri výbere prevádzková účinnosť. V predloženej sérii článkov sa budeme zaoberať základnými chybami a nedorozumeniami pri vyhodnocovaní účinnosti UPS. Vysvetlíme a porovnáme krivky účinnosti a kvantifikujeme aj ich súvislosť s nákladmi.

Pri tradičnom prístupe k špecifikácii a voľbe UPS systémov sa takmer vždy sústredíme len na spoľahlivosť systému, reprezentovanú stredným časom medzi poruchami (MTBF), ktorú udáva samotný výrobca zariadenia alebo technickí konzultanti. Avšak v súčasnosti už pri výbere UPS systému vystupujú do popredia iné dve charakteristiky: 1. sledovanie celkových nákladov na vlastníctvo zariadenia počas celej jeho životnosti (TCO) a 2. verejné a súkromné aktivity na ochranu životného prostredia. Príkladom môže byť certifikačný program „zelená budova“ či programy riadenia na strane spotreby, ktoré ponúkajú elektrárenské spoločnosti.

K zníženiu účinnosti UPS systémov prispievajú najmä dva faktory: prirodzená vlastná strata kapacity UPS modulov a to, ako je systém navrhnutý (napr. kapacitná záloha). Pri výbere UPS systému výrobca často odporúča vziať do úvahy len hodnotu účinnosti. Avšak aj to je zavádzajúce a neskôr v článku vysvetlíme prečo.

Najlepší spôsob, ako demonštrovať vplyv takýchto praktík na náklady spoločnosti z hľadiska spotreby elektrickej energie, je hypotetický príklad. Predstavme si dva 1 MW UPS systémy od dvoch rôznych výrobcov. UPS systém 1 a UPS systém 2 mali uvedené v technickej dokumentácii účinnosti (93 % pri plnej záťaži), sú prevádzkované v usporiadaní 2N, spotrebúvajú elektrickú energiu v cene 0,1 USD/kWh a napájajú 300 kW záťaž. Viacerí by mohli namietat,

že pri prevádzke týchto systémov by nemal byť rozdiel z hľadiska ročnej spotreby elektrickej energie. To je však chybné konštatovanie vynímajúc scenár núdzovej prevádzky a údržby, pretože UPS systémy nie sú takmer nikdy prevádzkované na 100 % záťaž pri 2N konfigurácii, nakoľko každá „N“ strana musí byť schopná pri výpadku druhej strany napájať kompletnú záťaž. Z tohto hľadiska nesmie maximálna navrhovaná záťaž na každú UPS pri normálnej prevádzke prekročiť 50 %. V reálnej praxi však systémy 2N veľmi zriedka dosahujú až 50 % záťaž na každý systém. Niektoré prieskumy trhu uvádzajú, že 2N dátové centrá pracujú na 20 – 40 % svojej 2N kapacity (bežná záťaž pripojená na UPS v dátových centrách predstavuje podľa štúdie č. 37 spoločnosti APC s názvom Predchádzanie nákladom pri nadmerne veľkej infraštruktúre dátových centier okolo 30 %). Pre náš hypotetický príklad predpokladáme záťaž 30 %, keď každý UPS systém napája 150 kW. Každá UPS v systéme 1 spotrebuje elektrickú energiu pochádzajúcu zo strát energie na úrovni 10 470 USD/rok, pričom systém 2 spotrebuje energiu len za 28 322 USD/rok. Nakoľko v každom systéme sa nachádzajú dva UPS, náklady na elektrické straty sa zdvojnásobia – pri systéme 1 na 20 940 USD, pri systéme 2 na 56 644 USD/rok. Tieto straty sa premieňajú na teplo, ktoré treba odvádzať ventilačným/chladiacim systémom. Predpokladajme, že každý kW tepla vyžaduje ďalších 400 W spotreby chladiaceho systému, ktorý toto teplo



odváža, z čoho rezultujú ďalšie náklady vo výške 8 376 USD pre systém 1 alebo 22 651 USD/rok pre systém 2. Hodnota 400 W je konzervatívny odhad pri aktuálnych nákladoch na chladenie dátových centier. Podľa [1] sa odhaduje, že podiel energie potrebnej na chladenie predstavuje 51 % celkovej tepelnej záťaže dátových centier. V rámci nášho príkladu budeme uvažovať o životnosti dátového centra 10 rokov, čo je bežná hodnota. Potom sa celkové náklady na straty UPS systému pohybujú na úrovni 293 165 USD pre systém 1 a 793 021 USD pre systém 2 (tab. 1). Tak ako je možné, že sa môžu elektrické straty medzi takmer identickými UPS systémami líšiť až trojnásobne?

UPS systém	náklady na straty UPS (USD)	náklady na chladenie (USD)	ročné náklady na „neefektívnosť“ (USD)	10-ročné náklady na „neefektívnosť“ (USD)
UPS systém 1	20 940	8 376	29 317	293 165
UPS systém 2	56 644	22 651	79 302	793 021

Tab. 1 Dva rozdielne systémy pracujúce s rovnakou záťažou v usporiadaní 2N vykazujú rozličné náklady

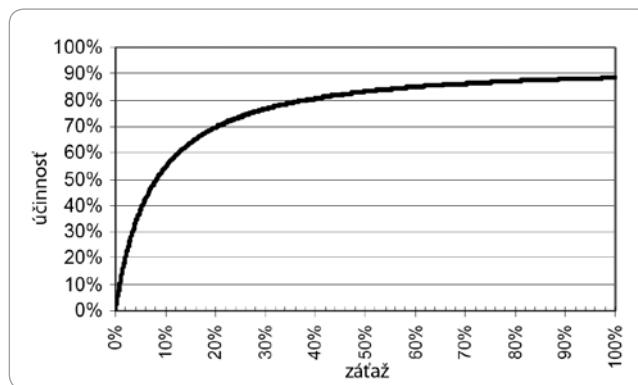
Odpoveď nájdeme v krivkách účinnosti obidvoch systémov a v tom, ako sú z hľadiska svojej veľkosti navrhnuté vzhľadom na záťaž. Zlepšenie účinnosti jednej UPS o 5 percentuálnych bodov môže podľa toho, aká veľká záťaž je na ňu pripojená, viesť k zníženiu elektrických strát od 18 do 84 %. Tento prípad bude ilustrovaný neskôr na dvoch systémoch, ktoré sú aktuálne dostupné na trhu.

Výrobcovia UPS s cieľom splniť požiadavky súčasnosti na účinnosť a ochranu životného prostredia môžu využiť tri faktory, ktoré dokážu účinnosť veľkých UPS zlepšiť: technológiu, topológiu a modularitu. Tieto faktory spoločne dokážu znížiť elektrické straty UPS transformované do podoby tepelnej energie (kW). Ďalej v článku vysvetlíme krivku účinnosti a opíšeme aj základné chyby, ktoré sa robia pri vyhodnocovaní účinnosti UPS. Budeme sa zaoberať aj tým, ako technológia, topológia a modularita umožňujú výrobcovi zlepšiť účinnosť UPS. Bližšie informácie týkajúce sa celkovej účinnosti dátových centier možno nájsť v prehľadovom článku APC č. 113 s názvom Modelovanie elektrickej účinnosti údajových centier.

Ak sa pri technickej dokumentácii ku konkrétnej UPS uvádza len jeden údaj o účinnosti UPS, takmer určite ide o účinnosť pri 100 % záťaži (menovitej záťaži) a pri rôznych iných kladných stavoch systému, ako sú napr. úplne nabitá batéria, minimálne napätie na vstupe UPS a pri odpojených alebo vôbec nenainštalovaných voliteľných transformátoroch a filtroch na vstupe. Väčšina výrobcov UPS v skutočnosti uvádza účinnosť UPS pri 100 % záťaži, pretože tento údaj reprezentuje najlepšiu účinnosť, ktorú UPS môže dosiahnuť. Avšak, nanešťastie, len veľmi málo používateľov môže vyťažiť výhody takejto účinnosti, pretože zvyšok nikdy nedosiahne 100 % záťaž, ktorú by UPS musela napájať. Vybrať UPS podľa účinnosti uvedenej na jej štítku je niečo podobné, ako kupovať auto, ktoré dosahuje maximálnu efektívnosť spotreby paliva pri jazde na diaľnici a pritom auto chceme používať na jazdu po meste. Lepším spôsobom, ako vybrať UPS, je zamerať sa na účinnosť pri 30 % záťaži, čo je priemerná záťaž, akú predstavujú stredné alebo veľké dátové centrá. Aby sme takýto výber mohli zrealizovať, potrebujeme najprv pochopiť, čo to je krivka účinnosti UPS a ako sa vytvára.

Ako sa vytvorí krivka účinnosti UPS

Krivka účinnosti sa v prvom rade tvorí na základe merania výkonu dodávaného do UPS (na vstupe) a výkonu, ktorý UPS dodáva do pripojenej záťaže (na výstupe). Tieto hodnoty sa merajú pri rôznej veľkosti záťaže, zvyčajne 25, 50, 75 a 100 %. Meranie sa tiež uskutočňuje pri nulovej záťaži, aby sa zistilo, koľko energie spotrebuje UPS na svoju vlastnú spotrebu (straty bez záťaže). Z týchto meraní sa vypočítajú straty odčítaním vstupného od výstupného výkonu. Straty sa potom zakreslia do grafu ako body a priebeh krivky je spojnicou týchto bodov. Krivka potom definuje účinnosť pre všetky ostatné veľkosti záťaže. Po vypočítaní všetkých výkonových strát potom možno vytvoriť krivku účinnosti a zakresliť ju ako pomer výstupného a vstupného výkonu s ohľadom na úroveň záťaže.



Obr. 1 Krivka účinnosti UPS

Na obr. 1 je naznačený základný priebeh krivky účinnosti UPS. Najvyšší bod krivky zodpovedá najvyššej účinnosti (os Y) a najvyššej úrovni záťaže (os X). V prípade uvedenej krivky je maximálna účinnosť UPS na úrovni 93 %. Aby sme mohli vybrať UPS pri reálnej záťaži, musí zákazník nájsť alebo otestovať účinnosť UPS pri reálnej sa vyskytujúcej záťaži 30 %, kde môže vidieť hodnotu účinnosti 89 %. Ak dátové centrum používa redundantné UPS (2N), účinnosť sa ešte viac zníži, a to práve vďaka faktu, že záťaž sa rozloží na obidve UPS, ktoré by mohli znížiť účinnosť na 82 %. Tento efekt redundancie bude ešte neskôr v článku vysvetlený.



Obr. 2 Pomáha lepšie pochopiť krivku účinnosti z obr. 1, a to vďaka tomu, že ukazuje, kde sa celý výkon využíva

Zelené stĺpiky predstavujú celý výkon, ktorý je dodávaný do IT záťaže, zatiaľ čo červené kvádre predstavujú vnútorné straty UPS, ktoré definujú krivku účinnosti uvedenú na obr. 1. Ak má UPS perfektnú účinnosť, celý výkon dodávaný do UPS možno dodať do záťaže dátového centra, čoho výsledkom by boli len zelené stĺpiky (bez strát), a to pre všetky úrovne záťaže. V takomto prípade by mohla krivka účinnosti vyzeráť ako horizontálna čiara (100 % pre všetky úrovne záťaže). Avšak ako nám naznačujú červené kvádre, niečo zo vstupného výkonu sa spotrebuje priamo v UPS.

V nasledujúcej časti seriálu opíšeme tri typy strát vyskytujúcich sa pri prevádzke UPS: straty „bez záťaže“, proporcionálne straty a kvadratické straty.

Autor článku: Victor Avelar

Zdroj: Avelar, V.: *Making Large UPS Systems More Efficient*. APC by Schneider Electric, White Paper 108, Revision 2, 2010.

Publikované so súhlasom spoločnosti Schneider Electric Slovakia, spol. s r. o.

-tog-