

Různé typy systémů UPS

White Paper č. 1

Revize 6

Neil Rasmussen

> Resumé

Na trhu dochází k mnoha nedorozuměním ohledně různých typů systémů UPS a jejich vlastností. V tomto dokumentu jsou definovány jednotlivé typy systémů UPS a jsou zde rozebrány jejich praktické aplikace a uvedeny jejich výhody a nevýhody. Na základě těchto informací lze učinit kvalifikované rozhodnutí při výběru vhodné topologie systému UPS pro dané potřeby.

Obsah

klepnutím přeskočíte na požadovanou část

Úvod	2
Typy UPS	2
Souhrn typů systémů UPS	7
Praktické použití jednotlivých typů systémů UPS	7
Závěry	9
Zdroje	10

Úvod

Různé typy systémů UPS a jejich vlastnosti vyvolávají často nejasnosti v oblasti datových středisek. Velmi rozšířený je například názor, že existují pouze dva typy systémů UPS, a to offline a online. Tyto dva běžně používané termíny však nepopisují mnoho z dostupných systémů UPS správně. Mnohá nedorozumění týkající se systémů UPS lze odstranit správným označením různých typů topologií UPS. Topologie UPS určuje základní vlastnosti návrhu UPS. Různí dodavatelé běžně vyrábějí modely, u nichž je použit podobný návrh nebo podobná topologie, které se ale výrazně liší výkonnostními charakteristikami.

V tomto dokumentu naleznete přehled běžně používaných konstrukčních návrhů včetně krátkého popisu funkce jednotlivých topologií. Tyto informace vám pomohou správně zařadit a porovnat jednotlivé systémy.

Typy UPS

Při implementaci systémů UPS jsou používány různé konstrukční návrhy s různými výkonnostními charakteristikami. Mezi nejčastěji používané konstrukční návrhy patří následující:

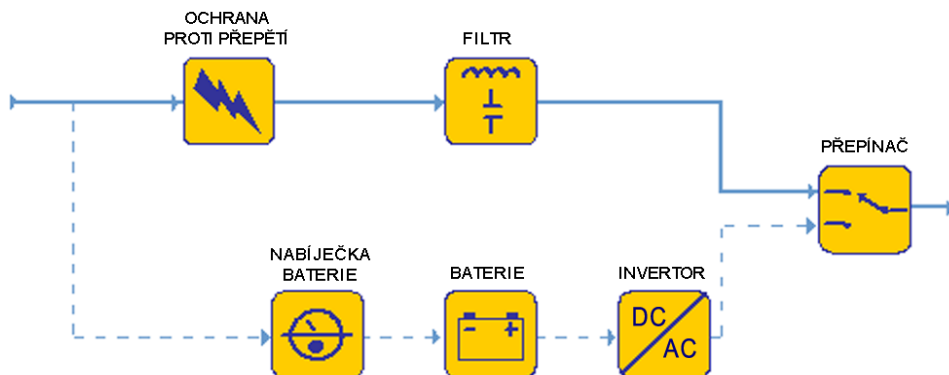
- Offline
- Line interaktivní
- Offline s izolačním transformátorem
- Online s dvojí konverzí
- Online s delta konverzí

Offline systém UPS

Pasivní systémy UPS představují nejrozšířenější typ systému UPS používaný pro osobní počítače. Přepínač znázorněný v blokovém schématu na **obrázku 1** určuje jako primární napájecí zdroj filtrované střídavé vstupní napětí (plná čára) a v případě jeho výpadku přepne na baterii/invertor sloužící jako záložní zdroj. Dojde-li k výpadku primárního zdroje, musí přepínač přepnout zatížení na záložní zdroj, kterým je baterie/invertor (přerušovaná čára). Invertor je spuštěn pouze v případě výpadku napájení. Mezi hlavní výhody tohoto uspořádání patří vysoká účinnost, malé rozměry a nízká cena. Pokud jsou tyto systémy vybaveny správnými filtračními obvody a obvody pro potlačení rázů, mohou poskytovat také přiměřenou filtraci šumu a ochranu proti přepětí.

Obrázek 1

Pasivní systém UPS



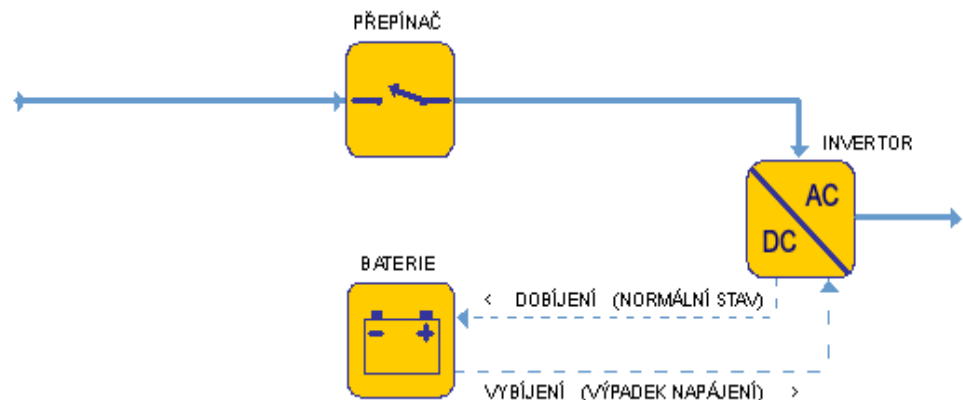
Line interaktivní systém UPS

Line interaktivní systém UPS je znázorněn na **obrázku 2**. Představuje nejčastější návrh používaný pro malé podniky a webové a střediskové servery. Převodník stejnosměrného napětí baterie na střídavé napětí (invertor) je v tomto návrhu stále připojen k výstupu UPS. V době, kdy je normálně k dispozici vstupní střídavé napětí, funguje invertor opačně a dobíjí baterii.

Dojde-li k výpadku vstupního napájení, přepínač se otevře a energie bude proudit z baterie do výstupu UPS. Díky tomu, že je invertor stále zapnutý a připojený k výstupu, poskytuje toto uspořádání vyšší možnosti filtrace a redukce spínacích proudových rázů v porovnání s topologií offline systému UPS.

Line interaktivní uspořádání obvykle navíc obsahuje transformátor s odbočkami. To umožňuje regulaci napětí nastavením odbočky transformátoru podle měnícího se vstupního napětí. Regulace napětí představuje důležitou funkci v podmínkách nízkého napětí, jinak by mohl systém UPS přejít na napájení z baterie a nakonec by se mohl vypnout. Takové časté použití baterie by mohlo vést k jejímu předčasnému znehodnocení. Invertor však může být také navržen tak, aby byl v případě svého selhání stále otevřen tok energie ze vstupního střídavého napětí do výstupu. Tím je odstraněno potenciální místo selhání a jsou efektivně poskytnuty dvě nezávislé trasy napájení. Díky vysoké účinnosti, malým rozměrům, nízké ceně, vysoké spolehlivosti a možnostem korekce podmínek nízkého či vysokého napětí v síti, představuje tento typ nejčastěji používaný systém UPS v oblasti výkonu 0,5 - 5 kVA.

Obrázek 2
Line interaktivní systém
UPS



Offline systém UPS s izolačním transformátorem

Offline systém UPS s izolačním transformátorem býval dominantním typem UPS v oblasti 3 - 15 kVA. Tento návrh je založen na speciálním syceném transformátoru se třemi vinutími (připojení napájení). Primární trasa napájení vede z vstupního střídavého napětí přes přepínač a transformátor do výstupu. V případě výpadku napájení se přepínač otevře a výstupní zatížení převezme invertor.

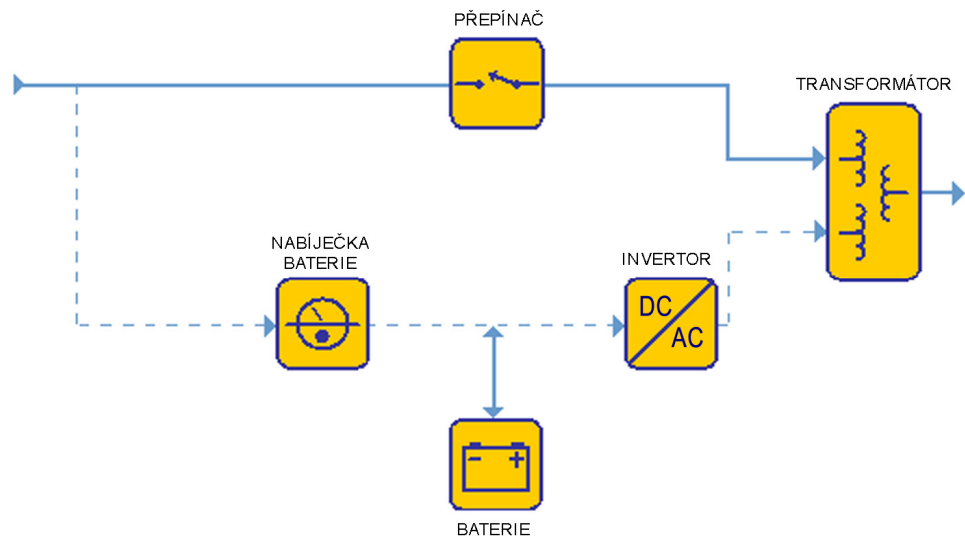
V uspořádání pasivního systému UPS s izolačním transformátorem se invertor nachází v pohotovostním režimu a je připojen, jestliže dojde k výpadku vstupního napájení a otevření přepínače. Transformátor má speciální „ferorezonanční“ vlastnosti, které umožňují omezenou regulaci napětí a „tvarování“ výstupní napětíové křivky. Izolace proudových špiček střídavého napájení, kterou poskytuje ferorezonanční transformátor, je nejméně tak dobrá jako při použití libovolného dostupného filtru. Sám ferorezonanční transformátor ale vytváří silné zkreslení a přechodové špičky výstupního napětí, které mohou být horší než při běžném připojení střídavého napájení. Přestože se podle návrhu jedná o offline pohotovostní systém UPS,

generuje tento typ UPS velké množství tepla, neboť ferorezonanční transformátor má z principu malou účinnost. Tyto transformátory mají také v porovnání s běžnými izolačními transformátory velké rozměry, takže offline systémy UPS s izolačním transformátorem jsou obecně velké a těžké.

Offline systémy UPS s izolačním transformátorem jsou často prezentovány jako jednotky online, ačkoli obsahují přepínač, inverter pracuje v pohotovostním režimu a při výpadku střídavého napájení vykazují přechodovou charakteristiku. Topologie offline systému s izolačním transformátorem je znázorněna na **obrázku 3**.

Obrázek 3

*Pasivní systém UPS
s izolačním
transformátorem*



Přednostmi tohoto uspořádání jsou vysoká spolehlivost a znamenitá filtrace. Velmi nízká účinnost tohoto typu však spolu s nestabilitou při použití s některými generátory a novějšími počítači s korekcí účinníku vedly k výraznému poklesu jeho obliby.

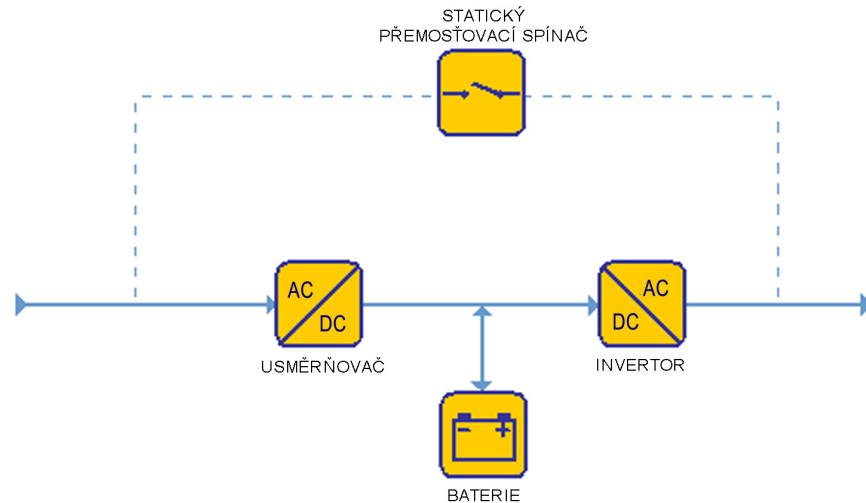
Hlavním důvodem, proč již nejsou offline systémy UPS s izolačním transformátorem běžně používány, je jejich základní nestabilita při provozování k napájení moderních počítačů. Všechny velké servery a síťové prvky používají napájecí zdroje s korekcí účinníku, které z elektrického vedení odebírají pouze sinusový proud, podobně jako žárovka. Tohoto hladkého odběru proudu je dosaženo pomocí kondenzátorů, což jsou zařízení, která „vedou“ svorkové napětí. Ferorezonanční systémy UPS využívají transformátory s těžkým jádrem, které mají induktivní charakteristiku, což znamená, že proud „se zpožďuje“ vůči napětí. Kombinací těchto dvou součástí vzniká tzv. laděný obvod. Rezonance v tomto obvodu může způsobit vznik velkých proudů ohrožujících připojená zařízení.

Online systém UPS s dvojitou konverzí

Jedná se o nejčastěji používaný typ systému UPS v oblasti nad 10 kVA. Blokové schéma online systému UPS s dvojitou konverzí, které je znázorněno na **obrázku 4**, je stejné jako pro offline systém UPS, s tím rozdílem, že primární trasou napájení je inverter namísto střídavého napětí v síti.

Obrázek 4

Online systém UPS s dvojitou konverzí



U typu online s dvojitou konverzí se neaktivuje přepínač při výpadku střídavého vstupního napájení, protože střídavý vstup nabíjí záložní baterii, která napájí výstupní invertor. Při výpadku vstupního střídavého napájení bude proto okamžitě zahájen provoz online.

Dobíječka baterie i invertor u tohoto typu systému převádějí celý tok energie zátěže, což vede k nižší účinnosti a souvisejícímu vytváření tepla.

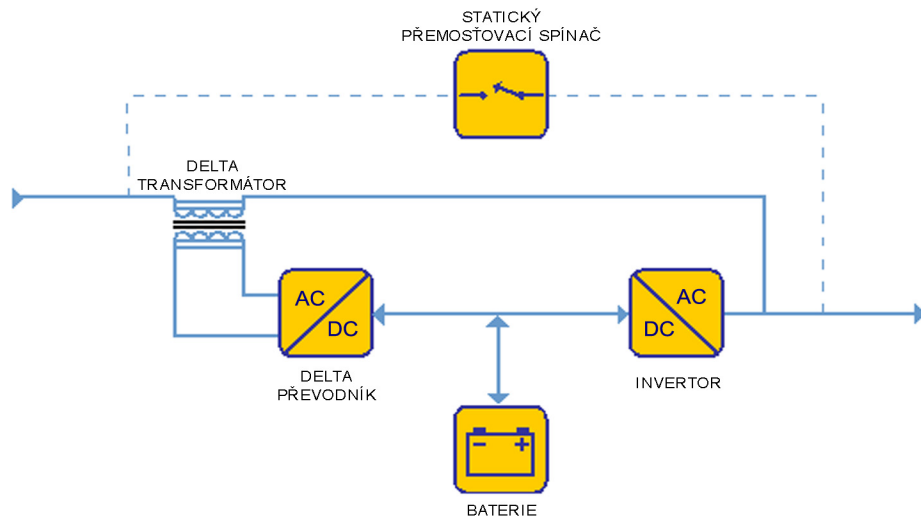
Tento typ systému UPS poskytuje téměř ideální elektrické výstupní parametry. Neustálá zátěž výkonových součástí však snižuje spolehlivost oproti jiným typům a energie spotřebovaná kvůli nízké elektrické účinnosti tvoří významnou součást nákladů na provoz tohoto systému UPS během doby jeho životnosti. Vstupní energie odebíraná velkou dobíječkou baterie je také často nelineární a může mít nepříznivý vliv na elektrické rozvody v budově nebo způsobovat problémy se záložními generátory.

Online systém UPS s delta konverzí

Tento typ systému UPS, znázorněný na **obrázku 5**, je založen na 10 let staré technologii vyvinuté tak, aby byly odstraněny nedostatky typu online s dvojitou konverzí. Tento systém je k dispozici pro oblast výkonu od 5 kVA do 1,6 MW. Podobně jako u typu online s dvojitou konverzí i v online systému UPS s delta konverzí invertor stále dodává napětí pro zatížení. energii do výstupu invertoru však dodává také přídavný delta převodník. Při výpadku nebo poruchách střídavého napájení vykazuje tento typ stejné chování jako typ online s dvojitou konverzí.

Obrázek 5

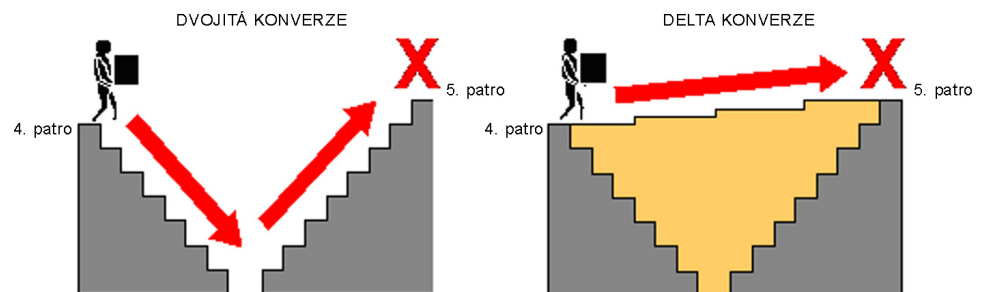
Online systém UPS s delta konverzí



Jednoduchý způsob, jak porozumět energetické účinnosti topologie s delta konverzí, je představit si energii potřebnou na vynesení balíku ze 4. do 5. patra budovy, jak znázorňuje **obrázek 6**. Technologie delta konverze šetří energii tím, že přenáší pomyslný balík pouze v rozdílu výšek (delta) mezi počátečním a koncovým bodem. Online systém UPS s dvojitou konverzí převádí energii do baterie a zpět, zatímco delta převodník přenáší část energie ze vstupu na výstup.

Obrázek 6

Analogické srovnání dvojitou konverze a delta konverze



U online systému s delta konverzí plní delta převodník dvě funkce. První je řídit charakteristiky vstupního napájení. Tato aktivní přední součást odebírá energii sinusově, čímž minimalizuje harmonické kmity odrážené do elektrického vedení. Tím je zajištěna optimální kompatibilita mezi vedením a systémem generátoru a omezeno vytváření tepla a opotřebení rozvodného systému. Druhou funkcí delta převodníku je řídit vstupní proud a regulovat tak dobíjení systému baterie.

Online systém UPS s delta konverzí má stejné výstupní charakteristiky jako online systém s dvojitou konverzí. Vstupní charakteristiky se však často liší. Typ online s delta konverzí poskytuje dynamicky řízený vstup s korekcí účinnosti bez neefektivního použití filtračních bloků, které jsou obvyklé u klasických řešení. Nejvýznamnějším přínosem je značné snížení energetických ztrát. Díky řízení vstupního výkonu je tento systém UPS také kompatibilní se všemi typy generátorů a omezuje nutnost použití elektroinstalace a generátorů s nadměrnou kapacitou.

Technologie online s delta konverzí je v současnosti jedinou základní technologií systémů UPS chráněnou patenty a není proto k dispozici u velkého počtu dodavatelů systémů UPS.

Za stabilních podmínek umožňuje delta převodník systému UPS dodávat na výstup energii s mnohem vyšší účinností než u typu s dvojitou konverzí.

Souhrn typů systémů UPS

Table 1

UPS characteristics

	Praktický rozsah výkonu (kVA)	Úprava napětí	Cena na VA	Účinnost	Stále spuštěný inverter
Offline	0-0,5	Nízká	Nízká	Velmi vysoká	Ne
Line interaktivní	0,5-5	Závisí na návrhu	Střední	Velmi vysoká	Závisí na návrhu
S izolačním transformátorem	3-15	Vysoká	Vysoká	Nízká - střední	Ne
Online s dvojitou konverzí	5-5000	Vysoká	Střední	Nízká - střední	Ano
Online s delta konverzí	5-5000	Vysoká	Střední	Vysoká	Ano

Praktické použití jednotlivých typů systémů UPS

Nabídka produktů UPS v současnosti obsahuje mnoho z uvedených konstrukčních návrhů. Různé typy systémů UPS mají vlastnosti, pro něž jsou více či méně vhodné různé aplikace. Jak ilustruje následující tabulka, odráží tuto rozmanitost i řada produktů APC.

Table 2UPS architecture
characteristics

	Komerční produkty	Výhody	Omezení	Závěr APC
Offline	APC Back-UPS Tripp-Lite Internet Office	Nízká cena, vysoká účinnost, malé rozměry	Používá baterii při dočasném poklesu napětí v síti, nepraktické přes 2 kVA	Nejlepší volba pro osobní pracovní stanice
Line interaktivní	APC Smart-UPS Powerware 5125	Vysoká spolehlivost, vysoká účinnost, dobrá úprava napětí	Nepraktické přes 5 kVA	Pro vysokou spolehlivost nejoblíbenější typ UPS v historii, ideální pro stojanové či distribuované servery a pro prostředí s problematickým napájením
S izolačním transformátorem	Commercial product availability limited	Znameníťá úprava napětí, vysoká spolehlivost	Nízká účinnost, nestabilita v kombinaci s některými zařízeními a generátory	Omezená aplikace kvůli nízké účinnosti a problémům s nestabilitou, konstrukční návrh N+1 online poskytuje ještě vyšší spolehlivost
Online s dvojitou konverzí	APC Symmetra Liebert NX	Znameníťá úprava napětí, snadné paralelní použití	Nízká účinnost, nákladné pod 5 kVA	Velmi vhodný pro konstrukční návrh N+1
Online s delta konverzí	APC Symmetra Megawatt	Znameníťá úprava napětí, vysoká účinnost	Nepraktické pod 5 kVA	Vysoká účinnost snižuje hlavní energetické náklady v rozsáhlých instalacích

Závěry

Různé typy systémů UPS jsou vhodné pro různá použití. Neexistuje žádný typ systému UPS, který by byl ideální pro všechny aplikace. Cílem tohoto dokumentu bylo porovnat výhody a nevýhody různých topologií systémů UPS, které jsou k dispozici na současném trhu.

Podstatné rozdíly v konstrukčních návrzích systémů UPS poskytují pro různé účely teoretické i praktické výhody. Při určování konečného výkonu dosahovaného v aplikacích zákazníků však často hrají nejdůležitější roli základní kvalita implementace návrhu a kvalita zpracování.



Informace o autorovi

Neil Rasmussen je zakladatel a hlavní technický ředitel společnosti American Power Conversion. Ve společnosti APC má Neil na starosti oddělení výzkumu a vývoje s největším rozpočtem na světě v oblasti napájení, chlazení a infrastruktury stojanů pro kritické sítě s hlavními vývojovými středisky ve státech Massachusetts, Missouri, Dánsko, Rhode Island, Tchaj-wan a Irsko. Neil je v současné době vedoucím činitelem v úsilí společnosti APC vyvíjet modulární škálovatelná řešení datových středisek.

Před založením společnosti APC získal Neil v roce 1981 diplom na univerzitě MIT v oboru elektrotechnika, kde zpracoval diplomovou práci na téma analýzy napájení 200 MW pro termonukleární reaktor Tokamak. Od roku 1979 do roku 1981 pracoval v institutu MIT Lincoln Laboratories na setrvačkových systémech uložení energie a solárních napájecích systémech.



procházet všechny dokumenty
APC White Paper

whitepapers.apc.com



Procházet všechny nástroje
APC TradeOff

tools.apc.com



kontaktujte nás

Názory a komentáře týkající se obsahu tohoto dokumentu White Paper

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

Jste-li zákazník a máte-li dotazy týkající se projektu datového střediska

Kontaktujte zástupce APC by Schneider Electric