

Różne typy zasilaczy UPS

White Paper 1

Wersja 6

Neil Rasmussen

> Streszczenie

Na rynku funkcjonuje wiele nieporozumień dotyczących różnych typów zasilaczy UPS i ich cech. W tym dokumencie zdefiniowano poszczególne typy zasilaczy UPS, omówiono praktyczne zastosowania każdego z nich, a także wymieniono ich zalety i wady. Dzięki tym informacjom można podjąć właściwą decyzję w zakresie wyboru topologii zasilacza UPS do konkretnych zastosowań.

Treści

kliknij sekcję, aby ją wyświetlić

Wstęp	2
Typy zasilaczy UPS	2
Podsumowanie typów zasilaczy UPS	7
Zastosowanie różnych typów zasilaczy UPS w branży	7
Wnioski	9
Zasoby	10

Wstęp

Różne typy zasilaczy UPS i ich cechy są często przyczyną nieporozumień wśród specjalistów zajmujących się centrami przetwarzania danych. Panuje na przykład powszechne przekonanie, że istnieją tylko dwa typy zasilaczy UPS — rezerwowy i on-line. Te dwa często stosowane terminy nie opisują poprawnie licznych dostępnych zasilaczy UPS. Wiele nieporozumień dotyczących zasilaczy UPS można wyjaśnić przez właściwą identyfikację różnych typów ich topologii. Topologia zasilacza UPS wskazuje na ogólny charakter jego konstrukcji. Różni producenci wytwarzają zwykle modele o podobnych konstrukcjach lub topologiach, ale znacznie różniące się charakterystyką działania.

W tym dokumencie omówiono najczęstsze podejścia konstrukcyjne, wyjaśniając też pokrótce zasady działania poszczególnych topologii. Pomoże to we właściwej identyfikacji i porównaniu systemów.

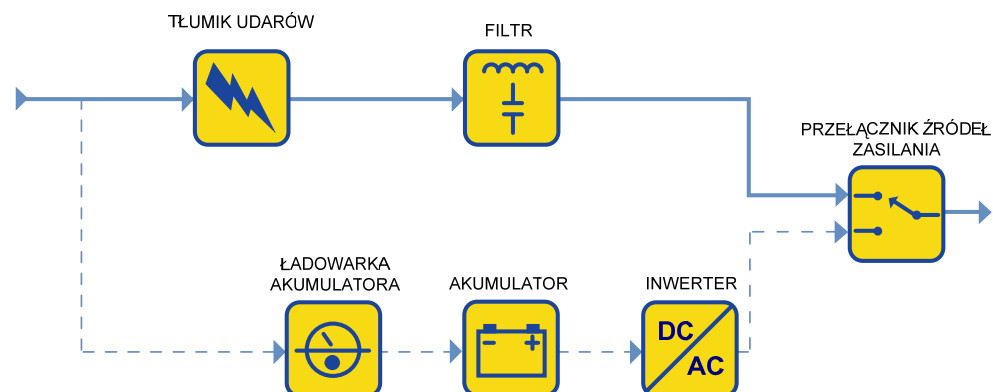
Typy zasilaczy UPS

W realizacji zasilaczy UPS stosuje się różne podejścia konstrukcyjne, cechujące się odmienną charakterystyką działania. Najczęściej spotykane podejścia konstrukcyjne są następujące:

- zasilacz z bierną rezerwą („off-line”)
- zasilacz o topologii „line interactive”
- zasilacz rezerwowy o topologii „standby-ferro”
- zasilacz on-line z podwójną konwersją
- zasilacz on-line z konwersją delta

Zasilacz UPS z bierną rezerwą („off-line”)

Zasilacz UPS z bierną rezerwą to typ zasilacza najczęściej stosowany do komputerów osobistych. Jak pokazuje schemat blokowy na **rysunku 1**, przełącznik źródeł zasilania jest ustawiony tak, aby wybierał filtrowane wejście zmiennoprądowe jako główne źródło zasilania (ścieżka oznaczona linią ciągłą), a w przypadku awarii głównego źródła przełączał się na akumulator i inwerter jako źródło rezerwowe. W takiej sytuacji przełącznik źródeł zasilania musi przełączyć obciążenie na zapasowe źródło zasilania obejmujące akumulator i inwerter (ścieżka oznaczona linią przerywaną). Inwerter jest załączany dopiero w momencie awarii zasilania, stąd nazwa „rezerwowy”. Głównymi zaletami tej konstrukcji są: duża sprawność, niewielkie rozmiary i niskie koszty. Przy właściwych obwodach filtrujących i przeciwudarowych systemy te mogą zapewnić odpowiednie filtrowanie zakłóceń i ochronę przed udarami.



Rysunek 1

Zasilacz UPS z bierną rezerwą

Zasilacz UPS o topologii „line interactive”

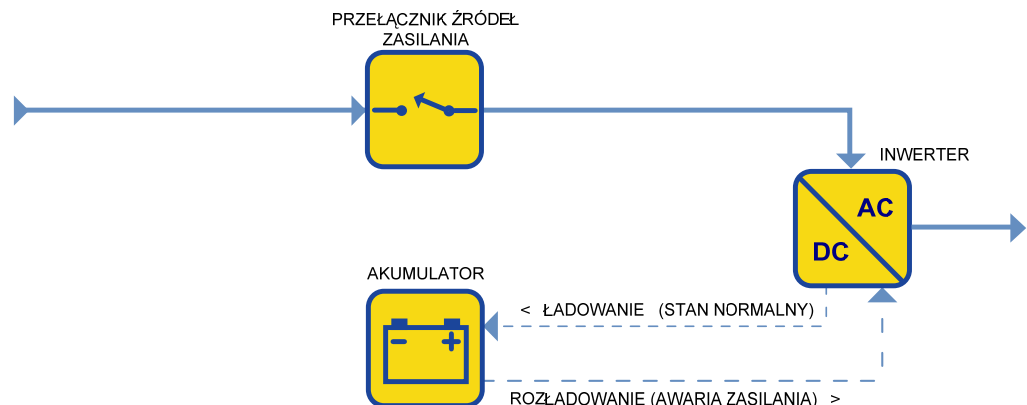
Zasilacz UPS o topologii „line interactive”, przedstawiony na **rysunku 2**, to najczęstszy typ zasilacza stosowany w serwerach małych firm, sieci WWW i serwerach wydzielonych. W tej konstrukcji przetwornik (inwerter) napięcia z akumulatora na napięcie zmienne jest stale podłączony do wyjścia zasilacza UPS. Działanie inwertera w przeciwnym kierunku przy normalnym stanie zasilania zmiennoprądowego umożliwia ładowanie akumulatora.

W razie awarii zasilania zewnętrznego przełącznik źródeł zasilania zmienia pozycję, umożliwiając przepływ prądu z akumulatora na wyjście zasilacza UPS. Ponieważ inwerter jest stale włączony i połączony z wyjściem, konstrukcja ta zapewnia dodatkowe filtrowanie i ograniczanie przebiegi nieustalone przełączania w porównaniu z topologią zasilacza UPS z bierną rezerwą.

Ponadto zasilacze o topologii „line interactive” zawierają zwykle transformator z przełączeniem zaczepek. Daje to możliwość stabilizacji napięcia poprzez regulację zaczepek transformatora w przypadku wahań napięcia wejściowego. Stabilizacja napięcia jest ważną funkcją w przypadku wystąpienia stanu niskiego napięcia, ponieważ w przeciwnym razie zasilacz UPS przełączyłby się na akumulator, a w końcu — odłączył obciążenie. To częstsze korzystanie z akumulatora może doprowadzić do jego przedwczesnej awarii. Jednak inwerter można zaprojektować tak, by mimo jego uszkodzenia wciąż możliwy był przepływ prądu od wejścia zmiennoprądowego do wyjścia, co eliminuje ryzyko awarii w jednym punkcie i w rezultacie zapewnia dwa niezależne tory zasilania. Duża sprawność, niewielkie rozmiary, niskie koszty i duża niezawodność w połączeniu z możliwością korygowania stanów niskiego lub wysokiego napięcia sieci sprawiają, że jest to najczęściej stosowany typ zasilacza UPS w zakresie mocy 0,5–5 kVA.

Rysunek 2

Zasilacz UPS o topologii „line interactive”



Rezerwowy zasilacz UPS o topologii „standby-ferro”

Rezerwowe zasilacze UPS o topologii „standby-ferro” stanowiły kiedyś dominujący typ zasilaczy UPS w zakresie mocy 3–15 kVA. W tej konstrukcji stosowany jest specjalny transformator nasycający z trzema uzwojeniami. Główny tor zasilania biegnie od wejścia zmiennoprądowego, poprzez przełącznik źródeł zasilania i transformator, do wyjścia. W razie awarii zasilania następuje zmiana pozycji przełącznika źródeł zasilania i przejęcie obciążenia przez inwerter.

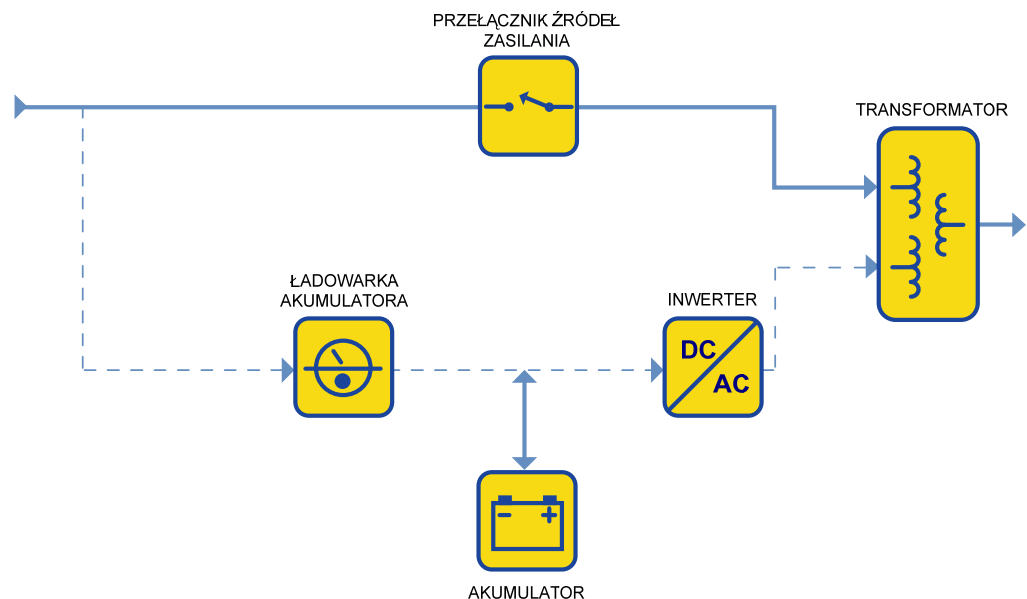
W rezerwowym zasilaczu UPS o topologii „standby-ferro” inwerter znajduje się w trybie gotowości, a jego załączenie następuje w momencie awarii zasilania zewnętrznego i rozwarcia przełącznika źródeł zasilania. Transformator wykorzystuje zjawisko „ferrorezonansu”,

dzięki czemu zapewnia ograniczoną stabilizację napięcia i „kształtowanie” fali wyjściowej. Separacja od przebiegów przejściowych prądu zmiennego, jaką zapewnia transformator ferrorezonansowy, jest równie dobra lub lepsza niż w przypadku każdego filtra dostępnego na rynku. Jednak transformator ferrorezonansowy sam w sobie generuje poważne zniekształcenia i przebiegi nieustalone napięcia wyjściowego, które mogą być gorsze niż w przypadku słabej jakości zasilania zmiennoprądowego. Mimo że rezerwowy zasilacz UPS o topologii „standby-ferro” jest od strony konstrukcyjnej zasilaczem z bierną rezerwą, wytwarza bardzo dużo ciepła, ponieważ transformator ferrorezonansowy jest z natury mało wydajny. Transformatory te są tak duże w porównaniu do transformatorów izolacyjnych, że rezerwowe zasilacze UPS o topologii „standby-ferro” są zwykle duże i ciężkie.

Rezerwowe zasilacze UPS o topologii „standby-ferro” przedstawia się zwykle jako urządzenia on-line, mimo że są one wyposażone w przełącznik źródeł zasilania, inwerter działa w trybie gotowości, a podczas awarii zasilania zmiennoprądowego następuje przełączenie obciążenia. Topologię zasilacza rezerwowego o topologii „standby-ferro” przedstawiono na **rysunku 3**.

Rysunek 3

Rezerwowy zasilacz UPS o topologii „standby-ferro”

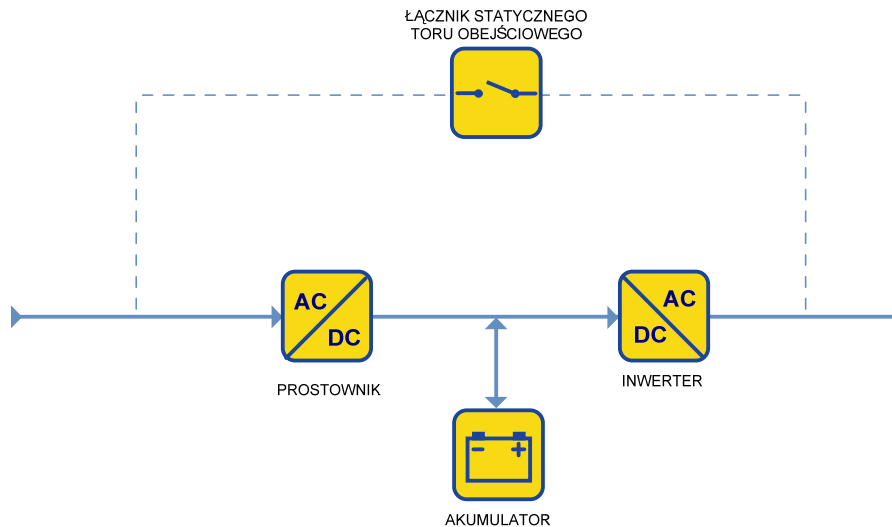


Atutami tej konstrukcji są duża niezawodność i doskonałe filtrowanie linii. Jednak z powodu bardzo niskiej sprawności, połączonej z niestabilnością w przypadku stosowania z niektórymi generatorami i nowszymi komputerami z korekcją współczynnika mocy, popularność tej konstrukcji znacząco maleje.

Głównym powodem spadku popularności rezerwowych zasilaczy UPS o topologii „standby-ferro” jest ich zasadnicza niestabilność w przypadku zasilania nowoczesnych komputerów. Wszystkie duże serwery i routery korzystają z zasilaczy z korekcją współczynnika mocy, które pobierają wyłącznie prąd sinusoidalny. Ten równomierny pobór prądu osiąga się przy użyciu kondensatorów, a więc urządzeń, w których prąd „wyprzedza” przyłożone napięcie. W zasilaczach UPS o topologii „standby ferro” stosowane są transformatory z ciężkimi rdzeniami, mające właściwości indukcyjne, przez co prąd jest „opóźniony” w stosunku do napięcia. W wyniku połączenia tych dwóch cech powstaje tzw. obwód rezonansowy. Na skutek rezonansu, czyli „dzwonienia” w obwodzie rezonansowym, mogą powstawać prądy o dużym natężeniu, które są niebezpieczne dla przyłączonego obciążenia.

Zasilacz UPS on-line z podwójną konwersją

Jest to najczęściej stosowany typ zasilacza przy mocach powyżej 10 kVA. Schemat blokowy zasilacza UPS on-line z podwójną konwersją, przedstawiony na **rysunku 4**, wygląda tak jak schemat zasilacza rezerwowe-go, tyle że główny tor zasilania stanowi inwerter, a nie linia zasilania zmiennoprądowego.



Rysunek 4

Zasilacz UPS on-line z podwójną konwersją

W konstrukcji zasilacza on-line z podwójną konwersją awaria zewnętrznego zasilania zmiennoprądowego nie powoduje zadziałania przełącznika źródeł zasilania, ponieważ zasilanie zewnętrzne służy do ładowania zapasowego akumulatora, zasilającego inwerter wyjściowy. Dlatego też jeśli wystąpi awaria zewnętrznego zasilania zmiennoprądowego, dzięki działaniu on-line, przełączenie następuje natychmiast.

W tej konstrukcji zarówno układ ładujący akumulator, jak i inwerter przetwarzają całą moc obciążenia, co prowadzi do obniżenia sprawności oraz związanego z tym zwiększonego wytwarzania ciepła.

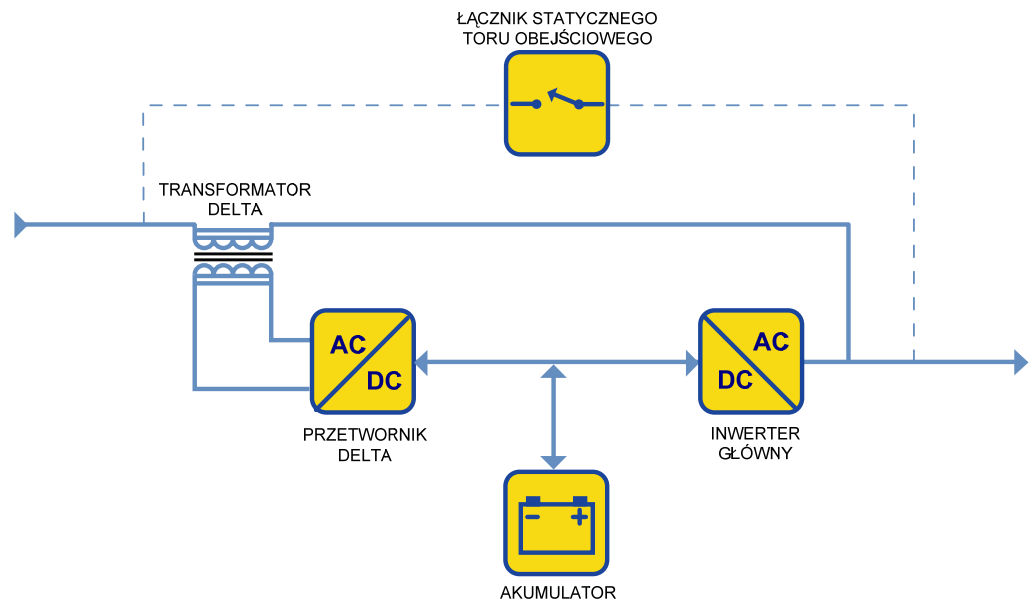
Ten zasilacz UPS oferuje niemal idealne parametry elektryczne na wyjściu. Jednak stałe zużycie, jakiemu podlegają poszczególne elementy układu mocy, zmniejsza niezawodność w porównaniu z innymi konstrukcjami, a energia tracona na skutek niższej sprawności elektrycznej stanowi istotny składnik ogólnych kosztów w cyklu użytkowym tych zasilaczy UPS. Ponadto moc wejściowa pobierana przez duży układ ładowania akumulatora ma często charakter nieliniowy i może generować zakłócenia w instalacji zasilania budynku lub powodować problemy z generatorami rezerwowymi.

Zasilacz UPS on-line z konwersją delta

Ta konstrukcja zasilaczy UPS, przedstawiona na **rysunku 5**, jest nowszą technologią, wprowadzoną 10 lat temu w celu wyeliminowania wad zasilaczy on-line z podwójną konwersją i dostępną w przedziale mocy od 5 kVA do 1,6 MW. Zasilacze UPS z konwersją delta są podobne do zasilaczy z podwójną przemianą energii, ponieważ napięcie obciążenia zawsze pochodzi z inwertera. Jednak zasilanie na wyjście inwertera dostarcza także dodatkowy przetwornik delta. W przypadku awarii lub zakłóceń zasilania zmiennoprądowego konstrukcja ta reaguje tak samo, jak zasilacz on-line z podwójną konwersją.

Rysunek 5

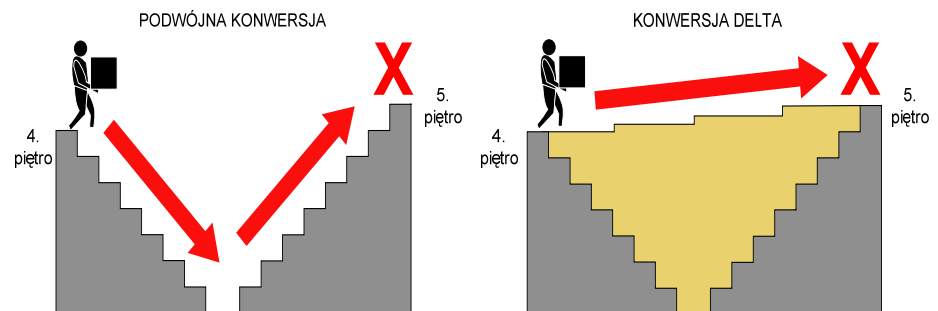
Zasilacz UPS on-line z konwersją delta



Aby w prosty sposób zrozumieć sprawność energetyczną topologii z konwersją delta, wystarczy przeanalizować energię wymaganą do dostarczenia paczki z 3 na 4 piętro budynku przedstawionego na **rysunku 6**. Technologia konwersji delta oszczędza energię, ponieważ paczka musi pokonać tylko różnicę (którą oznacza słowo „delta”) między punktami początkowym i końcowym. Zasilacz UPS on-line z podwójną konwersją przetwarza zasilanie do akumulatora i z powrotem, natomiast przetwornik delta przenosi składowe zasilanie z wejścia na wyjście.

Rysunek 6

Porównanie konwersji delta i podwójnej przemiany energii



W konstrukcji on-line z konwersją delta przetwornik delta ma dwa zadania. Pierwsze polega na sterowaniu wejściowym współczynnikiem mocy. Ten aktywny element pobiera moc o przebiegu sinusoidalnym, minimalizując harmoniczne emitowane do sieci elektrycznej. Gwarantuje to optymalną współpracę z siecią elektryczną, jak i generatorem, zmniejszając obciążenie systemu dystrybucji zasilania. Drugą funkcją spełnianą przez przetwornik delta jest sterowanie prądem wejściowym, co pozwala stabilizować ładowanie systemu akumulatorów.

Charakterystyka wyjściowa zasilacza UPS on-line z konwersją delta jest taka sama, jak w przypadku zasilacza z podwójną konwersją. Jednak charakterystyki wejściowe są często różne. W konstrukcjach on-line z konwersją delta wejście jest sterowane dynamicznie i wyposażone w korekcję współczynnika mocy, pozbawione natomiast nieefektywnego stosowania zespołów filtrów, towarzyszących tradycyjnym rozwiązaniom. Najważniejszą zaletą jest znaczna redukcja strat energii. Dzięki kontroli mocy wejściowej zasilacz UPS tego

typu jest także zgodny ze wszystkimi zestawami generatorów, ogranicza potrzebę przewymiarowywania przewodów i agregatów prądowców.

W warunkach stanu ustalonego przetwornik delta pozwala zasilaczowi UPS dostarczać zasilanie do obciążenia znacznie sprawniej niż w przypadku konstrukcji z podwójną przemianą energii.

Podsumowanie typów zasilaczy UPS

W poniższej tabeli przedstawiono wybrane cechy różnych typów zasilaczy UPS. Niektóre parametry zasilacza UPS, takie jak sprawność, zależą od wybranego typu. Ponieważ jednak na cechy takie jak niezawodność w większym stopniu wpływa jakość wdrożenia i produktu, poza przedstawionymi tu parametrami konstrukcyjnymi należy uwzględnić również te czynniki.

Table 1

UPS characteristics

	Praktyczny zakres mocy (kVA)	Kondycjonowanie napięcia	Koszt na VA	Sprawność	Nieprzerwana praca inwertera
Zasilacz z bierną rezerwą	0-0,5	Słabe	Niski	Bardzo wysoka	Nie
Zasilacz o topologii „line interactive”	0,5-5	Zależnie od konstrukcji	Średni	Bardzo wysoka	Zależnie od konstrukcji
Zasilacz o topologii „standby-ferro”	3-15	Silne	Wysoki	Niska-średnia	Nie
Zasilacz on-line z podwójną konwersją	5-5000	Silne	Średni	Niska-średnia	Tak
Zasilacz on-line z konwersją delta	5-5000	Silne	Średni	Wysoka	Tak

Zastosowanie różnych typów zasilaczy UPS w branży

Obecna oferta producentów zasilaczy UPS, kształtowana przez długi czas, obejmuje wiele przedstawionych tu konstrukcji. Poszczególne typy zasilaczy UPS mają cechy mniej lub bardziej przydatne w różnych zastosowaniach, a różnorodność ta znajduje odzwierciedlenie w linii produktów firmy APC, co pokazuje poniższa tabela:

Table 2

UPS architecture characteristics

	Produkty handlowe	Zalety	Ograniczenia	Doświadczenia firmy APC
Zasilacz z bierną rezerwą	APC Back-UPS Tripp-Lite Internet Office	Niski koszt, wysoka sprawność, niewielkie rozmiary	Korzysta z akumulatora podczas obniżenia poziomu napięcia sieciowego, niepraktyczny powyżej 2 kVA	Najbardziej opłacalny do osobistych stacji roboczych
Zasilacz o topologii „line interactive”	APC Smart-UPS Powerware 5125	Wysoka niezawodność, wysoka sprawność, dobre kondycjonowanie napięcia	Niepraktyczny powyżej 5 kVA	Najpopularniejszy z istniejących typów zasilaczy UPS ze względu na wysoką niezawodność, idealny do serwerów szafowych i rozproszonych i / lub pomieszczeń o nienajlepszych parametrach zasilania
Zasilacz o topologii „standby-ferro”	Commercial product availability limited	Doskonałe kondycjonowanie napięcia, wysoka niezawodność	Niska sprawność, niestabilność w połączeniu z niektórymi obciążeniami i generatorami	Ograniczone zastosowanie, ponieważ problemem są niska sprawność i niestabilność, a konstrukcja on-line N+1 zapewnia jeszcze większą niezawodność
Zasilacz on-line z podwójną konwersją	APC Symmetra Liebert NX	Doskonałe kondycjonowanie napięcia, łatwość łączenia równoległego	Niska sprawność, wysoki koszt poniżej 5 kVA	Dobrze nadaje się do konstrukcji N+1
Zasilacz on-line z konwersją delta	APC Symmetra Megawatt	Doskonałe kondycjonowanie napięcia, wysoka sprawność	Niepraktyczny poniżej 5 kVA	Wysoka sprawność zmniejsza znaczący koszt energii w cyklu użytkowania w przypadku dużych instalacji

Wnioski

Różne typy zasilaczy UPS nadają się do różnych zastosowań, a zasilacz jednego typu nie spełni wszystkich oczekiwań. Celem tego dokumentu jest zestawienie zalet i wad różnych topologii zasilaczy UPS dostępnych aktualnie na rynku.

Ze znacznych różnic w konstrukcjach zasilaczy UPS wynikają teoretyczne i praktyczne zalety dla różnych zastosowań. Jednak często w ostatecznym rozrachunku wydajność osiągnięta w konkretnym zastosowaniu u klienta zależy najbardziej od jakości wdrożenia wybranej konstrukcji oraz jakości produktu.


O autorze

Neil Rasmussen jest założycielem i głównym specjalistą ds. technicznych firmy American Power Conversion (APC). W firmie APC Neil zarządza największym na świecie budżetem badawczo-rozwojowym przeznaczonym na infrastrukturę zasilania, chłodzenia i szaf w sieciach o kluczowym znaczeniu. Główne centra rozwojowe produktów znajdują się w Massachusetts, Missouri, Danii, na Rhode Island, na Tajwanie oraz w Irlandii. Obecnie Neil kieruje w firmie APC pracami, które mają na celu utworzenie modułowych, skalowalnych rozwiązań dla centrów danych.

Przed założeniem firmy APC w 1981 r. Neil Rasmussen uzyskał tytuł licencjata i magistra o specjalności elektrotechnika w Massachusetts Institute of Technology (MIT), gdzie napisał pracę analizującą źródło zasilania o mocy 200 MW dla reaktora Tokamak Fusion. W latach 1979–1981 pracował w MIT Lincoln Laboratories nad systemami magazynowania energii koła zamachowego oraz systemami wytwarzania energii słonecznej.



 przeglądamy wszystkie dokumenty
White Paper APC
whitepapers.apc.com

 przeglądamy wszystkie narzędzia
APC TradeOff Tools
tools.apc.com



Skontaktuj się z nami

Aby zapoznać się z opiniami i komentarzami na temat treści niniejszego dokumentu White Paper

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

W przypadku pytań dotyczących konkretnego centrum danych

Skontaktuj się z przedstawicielem firmy APC by Schneider Electric