

Rodzaje i zastosowania zasilaczy UPS

Ciągłość zasilania jest podstawowym warunkiem zapewnienia bezpieczeństwa w obiektach użyteczności publicznej, w wielkopłaszczyznowych obiektach handlowych, na dworcach kolejowych, lotniskach i w obiektach metra, a także poprawnego funkcjonowania urządzeń teleinformatycznych, elektromedycznych i wielu innych obiektów i urządzeń.

Przy obecnych wymaganiach w zakresie ciągłości i pewności zasilania ani sieć elektroenergetyczna, ani zespoły prądotwórcze nie są w stanie zapewnić nieprzerwanych dostaw energii elektrycznej, przede wszystkim z powodu możliwości różnego rodzaju uszkodzeń. Zadaniem zasilaczy USP jest ciągle dostarczanie energii elektrycznej odpowiedniej jakości do urządzeń odbiorczych w razie częściowego lub całkowitego zaniku zasilania z normalnego źródła, najczęściej z publicznej sieci elektroenergetycznej. Urządzenia te, konstruowane z zastosowaniem elementów energoelektronicznych, przełączają z zasilania sieciowego lub z zespołów prądotwórczych na zasilanie awaryjne w bardzo krótkim czasie, a niekiedy w sposób całkowicie bezprzerwowo.

Zasilacze UPS, realizując swoje zadania, polegające na dostawie energii w przypadku zaniku zasilania ze źródła podstawowego korzystają z akumulatorów. W akumulatorach zmagazynowana jest energia elektryczna, z której można korzystać wyłącznie w postaci prądu stałego. Aby można było ją wykorzystywać do zasilania odbiorników prądu przemiennego, trzeba ją przekształcić na prąd przemienny, do czego służą falowniki.

Oznakowanie UPS

Znanych jest wiele rozwiązań konstrukcyjnych zasilaczy UPS. Urządzenia te są produkowane zarówno jako jednofazowe – wejście/wyjście, z trójfazowym wejściem i jednofazowym wyjściem, jak i z trójfazowym wejściem i trójfazowym wyjściem o różnych zakresach mocy znamionowych. Oferowane są jednostki jednofazowe o zakresie mocy od około 100 VA do 10 kVA oraz jednostki trójfazowe o mocach od około 5 kVA nawet do kilku MVA. Możliwa jest również ich praca równoległa, co umożliwia uzyskiwanie znacznych mocy.

Różnorodność rozwiązań konstrukcyjnych UPS-ów oraz ich właściwości i zastosowań spowodowała konieczność ich klasyfikacji, której celem jest dostarczenie wspólnych kryteriów technicznych producentom i użytkownikom. Klasyfikacja ta sformułowana jest w PN-EN 62040-3 [1], [2] za pomocą kodu. Kod klasyfikacyjny UPS-ów ma postać:

XXX-YY-123

w którym:

- pierwszy człon złożony z dwóch lub z trzech liter informuje o jakości zasilania odbiorników podczas normalnej pracy urządzenia, której można się spodziewać w 90% warunków eksploatacyjnych. Jako trzon pierwszy norma przewiduje trzy oznakowania:
 - **VFD** (ang. *output Voltage and Frequency Dependent from mains supply*) – co oznacza, że wartość i częstotliwość napięcia wyjściowego zasilacza zależą od wartości i częstotliwości napięcia zasilającego (wejściowego),
 - **VI** (ang. *output Voltage Independent from mains supply*) – co oznacza, że częstotliwość napięcia wyjściowego UPS zależy od częstotliwości napięcia zasilającego, amplituda napięcia wyjściowego jest zaś niezależna od amplitudy napięcia zasilającego,

- **VFI** (ang. *output Voltage and Frequency Independent from mains supply*) – co oznacza, że zarówno wartość, jak i częstotliwość napięcia wyjściowego UPS są niezależne od zmian napięcia wejściowego;
- drugi człon oznakowania (dwa znaki) dotyczy kształtu napięcia wyjściowego – pierwsza litera odnosi się do pracy normalnej lub do pracy z obwodem obejściowym, druga litera zaś odnosi się do pracy ze źródła energii zmagazynowanej w akumulatorach:
 - S – napięcie na wyjściu UPS-a ma kształt sinusoidalny ze współczynnikiem harmonicznych $THD_u < 8\%$ i harmonicznymi nieprzekraczającymi wartości określonych w PN-EN 61000-2-2 [2] przy obciążeniu liniowym i wzorcowym obciążeniu nieliniowym,
 - X – napięcie na wyjściu UPS-a ma kształt sinusoidalny z jakością jak w „S”, lecz tylko przy obciążeniu liniowym. Przy obciążeniu nieliniowym współczynnik THD_u może przekroczyć wartość 8%, jeżeli obciążenie przekroczy poziom określony przez producenta,
 - Y – napięcie na wyjściu UPS-a nie ma kształtu sinusoidy i przekracza wartości graniczne harmonicznych podane w normie. Kształt napięcia wyjściowego określa producent zasilacza UPS;
- trzeci człon oznakowania (trzy cyfry) dotyczy właściwości dynamicznych wyjścia UPS-a:
 - pierwsza cyfra określa zmiany właściwości przy modyfikacji rodzaju pracy,
 - druga cyfra określa właściwości przy skokowej zmianie obciążenia liniowego podczas pracy normalnej oraz przy pracy z akumulatorów,
 - trzecia cyfra zaś określa właściwości przy skokowej zmianie obciążenia nieliniowego podczas pracy normalnej oraz z akumulatorów.

Norma [1] przewiduje trzy cyfry:

- 1 – oznacza, że nie są przekroczone wymagania określone jako klasa 1 działania dynamicznego wyjścia,
- 2 – pokazuje, że nie są przekroczone wymagania określone jako klasa 2 działania dynamicznego wyjścia,
- 3 – sygnalizuje, że nie są przekroczone wymagania określone jako klasa 3 działania dynamicznego wyjścia.

Zasilacz UPS najwyższej jakości będzie zatem oznakowany:

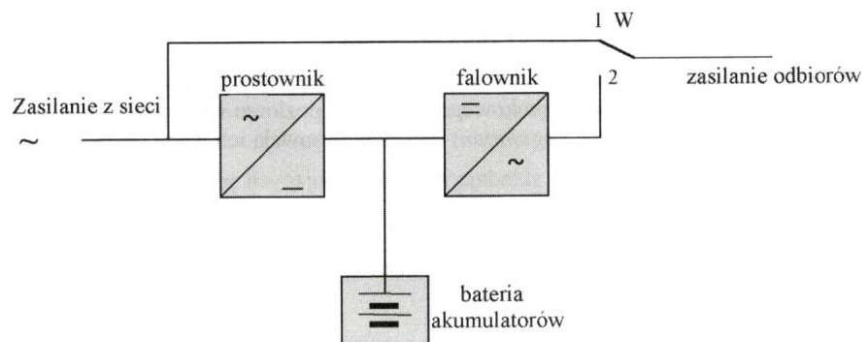
VFI-SS-111

Zasilacze UPS typu VFD (offline)

Najbardziej rozpowszechniony i jednocześnie najprostszy jest zasilacz typu VFD nazywany również „offline” (rys. 1.). Złożony jest z czterech podstawowych podzespołów [5]:

- prostownika, który ładuje baterię akumulatorów i utrzymuje ją w stanie pełnego naładowania (ładowanie konserwacyjne),
- falownika, który zamienia energię prądu stałego pobieraną z akumulatorów na energię prądu przemiennego o napięciu równym napięciu znamionowemu sieci elektroenergetycznej; moc falownika jest równa mocy zasilacza,
- baterii akumulatorów, które gromadzą energię do wykorzystania w razie zaniku napięcia w sieci zasilającej,
- łącznika W, który w razie zaniku napięcia w sieci zasilającej przełącza odbiorniki na zasilanie rezerwowe i po powrocie napięcia w sieci zasilającej przełącza je na zasilanie sieciowe.

W zasilaczach VFD wyróżnia się dwa tryby pracy – normalny, gdy napięcie sieci utrzymuje parametry w granicach tolerancji, i awaryjny – gdy napięcie sieci wykracza poza granice tolerancji. W trybie pracy normalnej łącznik W znajduje się w pozycji 1, co oznacza zasilanie odbiorników z sieci elektroenergetycznej. Cały czas kontrolowane jest napięcie sieci. Jeżeli nastąpi zanik zasilania z sieci lub parametry napięcia przekroczą dopuszczalne granice tolerancji, to



Rys. 1. Schemat blokowy zasilacza UPS typu VFD (offline) [2]

nastąpi samoczynne przełączenie zasilania na zasilanie z baterii akumulatorów UPS-a za pośrednictwem falownika, czyli przejście zasilacza z trybu pracy normalnej w tryb pracy awaryjnej. Przełącznik W będzie przestawiony w pozycję 2. Po powrocie napięcia w sieci następuje samoczynne przełączenie przełącznika W w pozycję 1. i powrót zasilania z sieci, czyli przejście zasilacza w tryb pracy normalnej. Czasy przełączania zależą od rodzaju łącznika i wynoszą zazwyczaj od 2 ms do 10 ms.

Czas pracy zasilacza UPS w trybie awaryjnym zależy od pojemności baterii akumulatorów, zazwyczaj wynosi od kilku do kilkunastu minut. Baterie akumulatorów umieszczane są przeważnie w obudowie zasilacza, a przy większych pojemnościach na specjalnym stojaku.

Obok wielu zalet zasilacze typu VFD mają też wady:

- w trybie pracy normalnej brak jest separacji odbiornika od zakłóceń w sieci zasilającej – wahań napięcia, odkształceń, przepięć,
- w trybie pracy normalnej brak jest regulacji napięcia wyjściowego i jego częstotliwości – napięcie wyjściowe i jego częstotliwość są równe napięciu i częstotliwości sieci,

- przerwa zasilania w czasie przełączenia odbiorników z zasilania sieciowego na zasilanie rezerwowe i odwrotnie,
- przenoszenie wyższych harmonicznych prądu pobieranego przez odbiornik do sieci zasilającej,
- brak by-passu wewnętrznego,
- brak synchronizacji po przywróceniu zasilania z sieci.

Opisane wady znacznie ograniczają pola zastosowań zasilaczy VFD. Nie mogą one być wykorzystywane w wielu instalacjach, m.in. w bankach, w telekomunikacji, w informatyce itp.

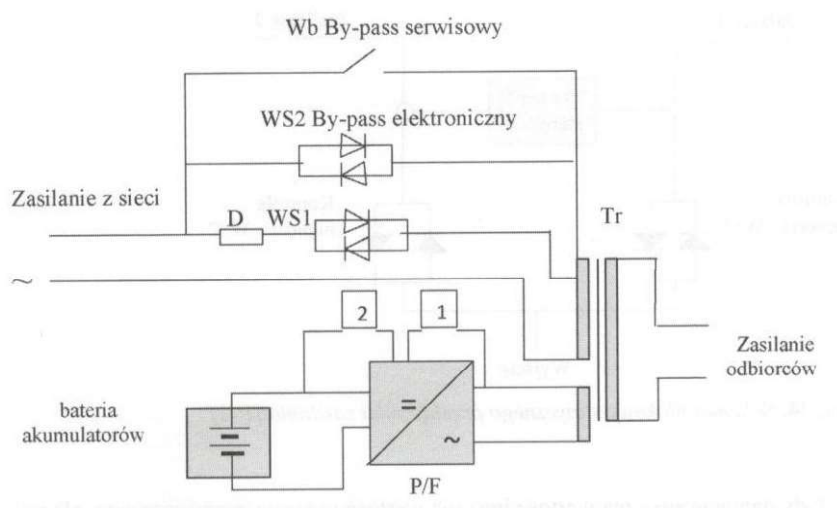
Prosta budowa i eksploatacja oraz niska cena predysponują je do zasilania mniej odpowiedzialnych instalacji czy urządzeń, np. komputerów osobistych w mieszkaniach, w małych sklepach lub niewielkich biurach.

Zasilacze UPS typu VI (line-interactive)

Zasilacze typu VI (sieciowo interaktywne) działają podobnie jak zasilacze typu VFD, lecz dzięki zastosowaniu skokowego regulatora poziomu napięcia wyjściowego AVR (ang. *Automatic Voltage Regulation*) częściowo usuwają ich wady [5], [7].

Zasilacze typu VI (rys. 2.) składają się z następujących podstawowych podzespołów:

- przekształtnika – układu dwukierunkowego, który w trybie pracy normalnej funkcjonuje jako prostownik do ładowania baterii akumulatorów, w trybie zasilania zapasowego pracuje zaś jako falownik,
- baterii akumulatorów,
- łącznika statycznego tyrystorowego, pracującego w torze podstawowym,
- łącznika statycznego, pracującego w torze obejściowym (by-passu) toru podstawowego,



Rys. 2. Schemat blokowy zasilacza UPS typu VI (liniowo-interaktywnego). 1 – pętla sterowania modulacją fazy i amplitudy, 2 – pętla sterowania ładowaniem baterii akumulatorów, D – dławik, WS1 – łącznik statyczny w torze głównym [2]

- transformatora głównego wykorzystywanego do korekty wartości napięcia sieciowego.

Dodatkowo rolę pomocniczą pełnią:

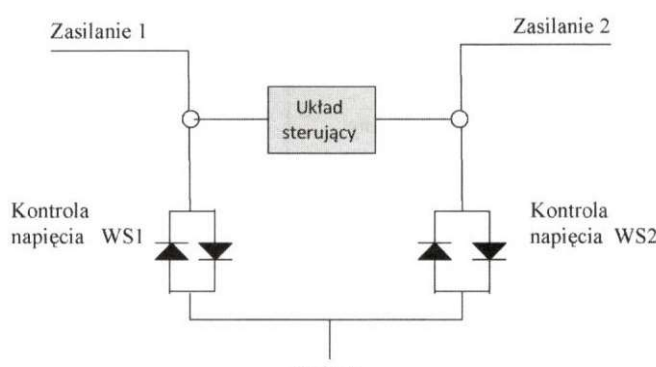
- dławik wygładzający krzywą prądu pobieranego z sieci, co ogranicza poziom wyższych harmonicznych prądu,
- łącznik mechaniczny z napędem ręcznym Wb, pełniący rolę obejścia (by-passu) serwisowego.

UPS-y typu VI mogą pracować w następujących trybach:

- normalnym – gdy napięcie sieci zasilającej ma parametry w granicach tolerancji,
- awaryjnym – gdy napięcie sieci zasilającej przekracza granice tolerancji lub zanika,

- „na obejściu” – gdy odbiorniki zasilane są napięciem sieciowym.

Na rysunku 2. przedstawiony jest schemat blokowy zasilacza typu VI. W trybie pracy normalnej statyczny łącznik tyrystorowy WS1 (*Static Switch*) (rys. 3.) jest zamknięty, łącznik WS2 zaś otwarty i zablokowany (otwarcie lub zamknięcie łącznika tyrystorowego polega na zablokowaniu lub odblokowaniu przewodzenia tyrystorów). Kontrolowana jest wartość napięcia w sieci elektroenergetycznej. Jeżeli wartość napięcia sieci jest równa wartości znamionowej, to przekształtnik P/F funkcjonuje jako prostownik i ładuje baterię akumulatorów. Transformator Tr ma tak dobrane uzwojenia, aby napięcie na jego zaciskach wyjściowych (po stronie wtórnej) było równe napięciu znamionowemu sieci.



Rys. 3. Schemat blokowy statycznego przełącznika zasilania [4]

Gdy napięcie sieci ma wartość inną niż wartość napięcia znamionowego, ale mieści się ona w granicach tolerancji, określonej przez producenta dla danego zasilacza UPS, to przekształtnik P/F oprócz prądu do ładowania baterii akumulatorów pobiera prąd potrzebny do wydrukowania w uzwojeniu wtórnym transformatora napięcia o wartości równej napięciu znamionowemu sieci. Przekształtnik P/F może pobierać energię z baterii akumulatorów również w celu regulacji napięcia na wyjściu UPS-a.