

Zabezpieczenie zasilania a topologia UPS

Jakość zasilania (JZ) stanowi istotne wyzwanie dla osób odpowiedzialnych za zarządzanie sieciami elektrycznymi i urządzeniami w centrach danych.

Szerokie zastosowanie i rosnąca zależność od urządzeń elektronicznych — takich jak sprzęt informatyczny, energoelektronika obejmująca programowalne sterowniki logiczne (PLC) czy oświetlenie energooszczędne — doprowadziły do całkowitego przekształcenia charakteru odbiorów elektrycznych. Odbiory te są zarówno główną przyczyną, jak i głównym punktem problemów z jakością zasilania. Ze względu na ich nieliniowość, wszystkie te odbiory powodują zakłócenia w jakości dostarczanej energii.

Zwiększona wrażliwość większości odbiorników (przemysłowych, usługowych, a nawet mieszkalnych) na problemy z jakością zasilania oznacza, że dostępność wysokiej jakości energii elektrycznej jest kluczowym czynnikiem w zakresie zdobywania konkurencyjnej przewagi we wszystkich sektorach rynku.

Jest powszechnie zrozumiałe, że obiekty o znaczeniu krytycznym muszą działać w sposób ciągły, a jakiegokolwiek przerwy w zasilaniu, nawet na krótki czas, mogą zakłócić działalność przedsiębiorstwa i prowadzić do znaczących strat finansowych.

Choć dzisiejsze centra przetwarzania danych są projektowane z wysokim poziomem redundancji w celu minimalizacji czasu przestoju, to jakość dostarczanej energii elektrycznej jest równie ważna, jak same aplikacje krytyczne.

Aby zapewnić niezawodne dostarczanie zasilania o wysokiej jakości, istotne jest zrozumienie natury zakłóceń w jakości zasilania i ich przyczyny.

Co wpływa na jakość zasilania?

Najczęstsze zakłócenia, które negatywnie wpływają na jakość zasilania, to:


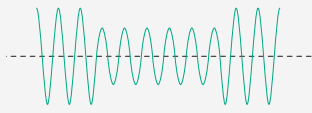
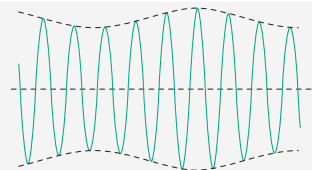
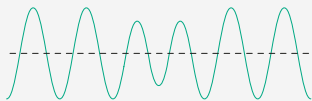
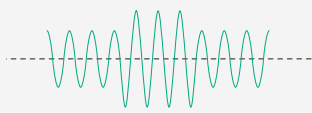
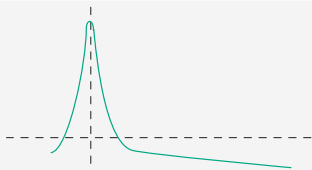

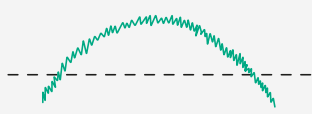
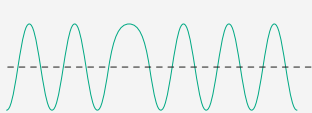
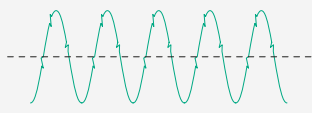
- Spadek napięcia lub brak zasilania wskutek awarii sieci zasilającej.
- Chwilowe wahania napięcia wskutek podłączania do sieci zasilającej dużych obciążeń lub występowania w niej usterek.
- Zniekształcenia prądu i napięcia spowodowane przez obciążenia nieliniowe w systemie lub systemach innych urządzeń.
- Skoki zapotrzebowania mocy wskutek obecności dużych obciążeń pracujących w trybie nieciągłym.
- Asymetria sieci zasilającej.

Jak zapewnić dobrą jakość zasilania: zasilacze UPS

Nowoczesna technologia oferuje różne rozwiązania w celu zapewnienia jakości zasilania; statyczne systemy UPS są bez wątpienia najbardziej wszechstronne i powszechnie stosowane i mogą być stosowane w bardzo szerokim zakresie mocy znamionowych. Potrzeba klasyfikacji różnych typów statycznych zasilaczy UPS oferowanych aktualnie na rynku doprowadziła do opracowania normy EN 62040-3. Rozróżnia ona trzy podstawowe topologie, których elementem wyróżniającym jest zastosowana architektura wewnętrzna:

- VFD „offline”
Voltage and Frequency Dependent (zależny od napięcia i częstotliwości) — urządzenia są zasilane z sieci elektrycznej. W przypadku zaniku zasilania odbiory są automatycznie przełączane na zasilanie z wbudowanej baterii, dzięki czemu pracują bez przerwy dla odbiorów.
- VI „line interactive” Voltage Independent (niezależny od napięcia) — odbiory są zasilane przez sieciowe źródło zasilające oraz zabezpieczone przed przepięciem i zbyt niskim napięciem przez stabilizator napięcia AVR (automatyczny regulator napięcia). W przypadku zaniku zasilania z sieci natychmiast rozpoczyna się zasilanie odbiorów z baterii.
- VFI „on-line z podwójną konwersją” Voltage and Frequency Independent (niezależny od napięcia i częstotliwości) — jest to jedyny tryb pracy zasilacza UPS, który gwarantuje całkowite zabezpieczenie podłączonych odbiorów przed niestabilnościami na linii zasilającej. Moc jest poddawana dwukrotnej konwersji (z prądu przemiennego na prąd stały przez prostownik, następnie z prądu stałego na prąd przemienny przez falownik, zapewniając wysoką jakość napięcia i stabilność częstotliwości oraz zabezpieczenie przed zakłóceniami w sieci zasilającej. W przypadku zaniku zasilania z sieci rozpoczyna się zasilanie odbiorów wyłącznie z baterii. Wewnętrzny by-pass zasila urządzenia na wypadek wystąpienia zakłóceń w napięciu wyjściowym falownika.

Zabezpieczenie zasilania a topologia UPS

Rodzaj zaburzeń	Kształt napięcia	Możliwe przyczyny	Następstwa	Topologia UPS		
				VFD	VI	VFI
Przerwy w napięciu		Główne ze względu na otwarcie i automatyczne zamknięcie urządzeń zabezpieczających, by zlikwidować uszkodzoną sekcję sieci. Główne przyczyny błędów to uszkodzenia izolacji, uderzenia piorunów i przeskoki na izolatorze.	Wyłączenie urządzeń ochronnych, utrata informacji i nieprawidłowe funkcjonowanie urządzeń do przetwarzania danych.	•	•	•
Spadki/zaniki napięcia		Zakłócenia w transmisji, w sieci dystrybucyjnej lub instalacji konsumenta. Uruchomienia obciążeń.	Awaria sprzętu IT, systemów bezpieczeństwa lub oświetlenia. Utrata danych. Wyłączenie systemu.	•	•	•
Wahania napięcia		Nadajniki (radio), uszkodzony sprzęt, nieskuteczne uziemienia, zbyt mała odległość od źródła EMI/RFI.	Większość konsekwencji typowa dla zbyt niskich napięć. System zatrzymuje się, utrata danych. Widoczną konsekwencją jest migotanie światła i ekranów.	•	•	•
Zbyt niskie napięcie		Wzrost poboru energii, obniżenie napięcia w celu zmniejszenia poboru.	System zatrzymuje się, utrata danych, przerwanie pracy wrażliwych urządzeń	-	•	•
Udar napięciowy		Atmosferyczne, skoki napięcia są spowodowane wyładowaniami atmosferycznymi; Przebiegiowe, skoki napięcia spowodowane uszkodzeniami izolacji między fazą a uziemieniem albo przebiciem przewodu zerowego; Przełączanie, skoki napięcia są spowodowane otwarciem urządzeń ochronnych, generowane przez zasilanie energią baterii kondensatorów lub spowodowane zmianami prądu indukcyjnego.	Utrata danych, migotanie światła i ekranów, zatrzymanie lub uszkodzenie wrażliwych urządzeń.	-	•	•
Przebiecia		Uderzenie pioruna, wyłączniki awaryjne, przełączanie linii lub kondensatorów do kompensacji współczynnika mocy, usuwanie uszkodzeń odbiornika.	Zniszczenie części elektronicznych, błędy przetwarzania danych lub utrata danych.	-	-	•
Zniekształcenie harmoniczne		Nowoczesne źródła, takie jak wszystkie odbiory nieliniowe, np. sprzęt energoelektroniczny, w tym wykrywacze ASD, źródła zasilania o zmiennym trybie, sprzęt przetwarzający dane, oświetlenie o wysokiej wydajności.	Zwiększone prawdopodobieństwo wystąpienia rezonansu, przeciążeń neutralnych w systemach 3-fazowych, przegrzania wszystkich kabli i urządzeń, utraty efektywności maszyn elektrycznych, zakłócenia elektromagnetyczne w systemach komunikacyjnych, błędy pomiarowe przy korzystaniu z mierników średniej jakości, niepotrzebne wyłączenia zabezpieczeń termicznych.	-	-	•
Zakłócenia		Nadajniki (radio), uszkodzony sprzęt, nieskuteczne uziemienia, zbyt mała odległość od źródła EMI/RFI.	Zakłócenia wrażliwego sprzętu elektronicznego, zwykle nie destrukcyjne. Mogą spowodować utratę danych i błędy przetwarzania danych.	-	-	•
Wahanie częstotliwości		Niestabilne działanie generatora, niestabilna częstotliwość pomocniczego systemu zasilania.	System wyłączy się, utrata danych.	-	-	•
Wcięcia		Szybkie przełączanie elementów mocy (diody, SCR, itp.), szybkie zmiany w prądzie obciążenia (spawarki, silniki, lasery, baterie kondensatorów, itp.).	System wyłączy się, utrata danych.	-	-	•

Rozwiązania łączące dostępność i elastyczność

Różne konfiguracje pozwalają na stworzenie architektur spełniających najbardziej rygorystyczne wymagania dotyczące dostępności, elastyczności i oszczędności energii, zapewniając następujące korzyści:

Prosta obsługa

Mając na uwadze krytyczne znaczenie odbiorów zasilanych z zasilacza UPS, należy ograniczać wyłączenie systemu dla celów konserwacyjnych. W razie występowania ograniczeń tego rodzaju można stosować różne konfiguracje urządzeń.

Zwiększenie mocy

Rozbudowa zasilanych odbiorów sprawia, iż staje się konieczne zwiększenie mocy zasilacza UPS. Dzięki możliwości różnych konfiguracji urządzeń początkowa inwestycja może być bazą do dalszej rozbudowy systemu.

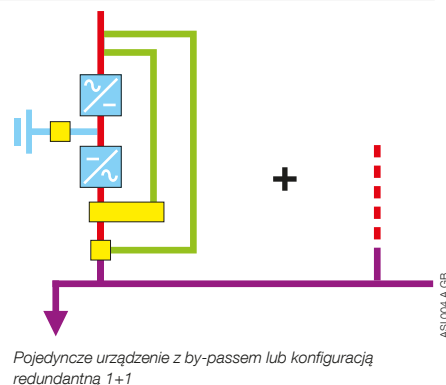
Najwyższy poziom dostępności

Aby zwiększyć poziom dostępności (niezawodności) zasilania, w systemie należy zainstalować równolegle dodatkowy zasilacz, który zapewni redundancję i ciągłość zasilania przy wyłączeniu falownika bez przełączania na obwód by-passu.

Pojedynczy zasilacz UPS

Możliwość rozbudowy systemu

W tym rozwiązaniu zabezpieczeniem jest wbudowany automatyczny by-pass, który stanowi pierwszy poziom redundancji gwarantowanej przez sieć zasilania. By-pass serwisowy umożliwia wykonywanie konserwacji systemu bez konieczności wyłączenia zasilania odbiorów. Inwestycja w pojedynczy zasilacz UPS może być traktowana jako rozwiązanie początkowe, gdyż umożliwia użytkownikowi rozbudowę systemu w miarę potrzeb i zastosowanie architektury równoległej poprzez instalację dodatkowych modułów celem zwiększenia mocy lub poziomu dostępności (redundancji).

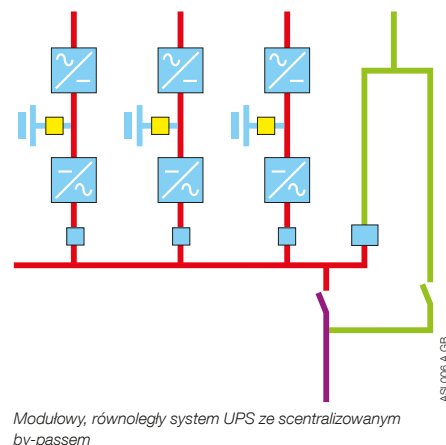
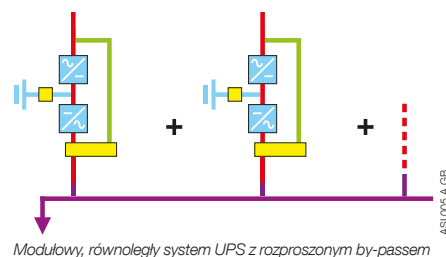


Systemy równoległe UPS

Możliwość elastycznej rozbudowy systemu

Jest to najkorzystniejsze rozwiązanie, zapewniające dostępność zasilania i elastyczność w przypadku nieplanowanej rozbudowy instalacji przy wykorzystaniu równoległej konfiguracji jednostek UPS, z których każda zawiera własny by-pass. Ta konfiguracja umożliwia zwiększenie mocy wyjściowej i może być wykorzystana w celu zapewnienia redundancji N+1. Rozbudowa jest możliwa również przy pracującym systemie na obiekcie.

Dostępne są również systemy równoległe UPS ze scentralizowanym by-passem na pomocniczym źródle zasilania: w takiej konfiguracji by-pass statyczny jest zainstalowany równoległe do modułów UPS i można go skonfigurować do ograniczeń wynikających z lokalizacji (zdolność zwarciova, selektywność, itp.).



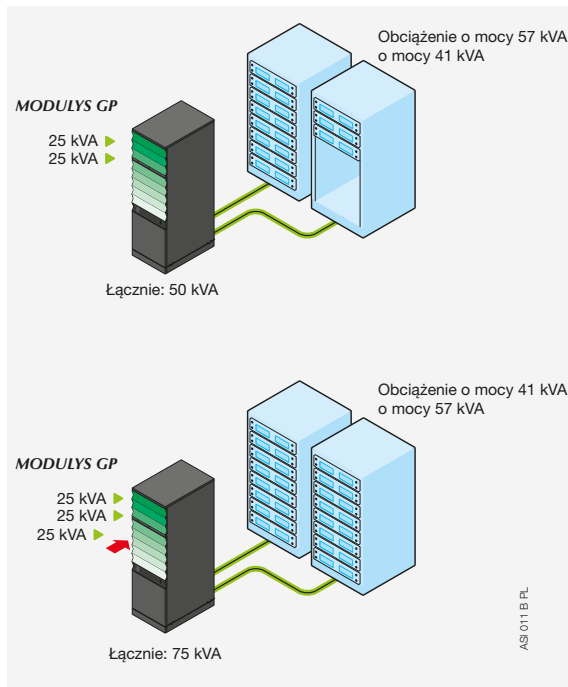
Rozwiązania łączące dostępność z elastycznym działaniem

Poziomy i pionowy system modułowy

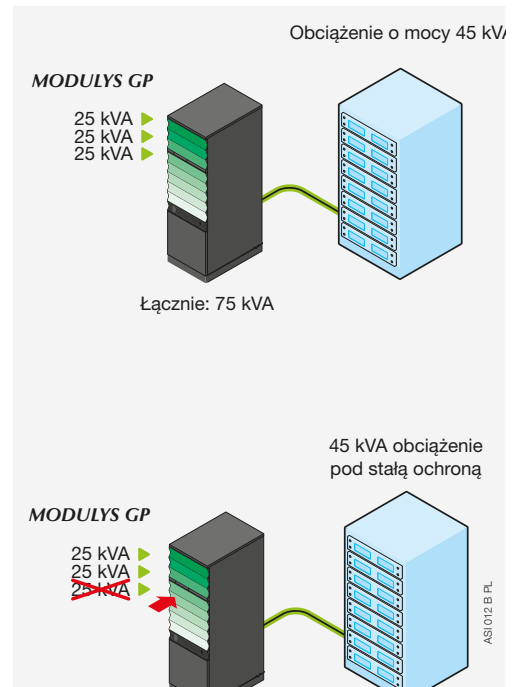
Elastyczne i w pełni modułowe rozwiązanie

Nowe, innowacyjne rozwiązanie zasilacza UPS, które sprawdza się w każdym przypadku rozbudowy systemu. W celu zwiększenia mocy systemu należy zastosować dodatkowe moduły mocy.

W celu zwiększenia poziomu dostępności (redundancji) systemu wystarczy zastosować dodatkowy moduł nadmiarowy. Wszystkie moduły są instalowane w technologii „plug-in”. Rozbudowa, konserwacja czy naprawa nie wymaga wyłączenia systemu (funkcja „hot swap”).



Skalowalna konfiguracja



Skalowalna konfiguracja redundanтна

Rozwiązania łączące dostępność z oszczędnością energii

Green Power 2.0

Zasilacz UPS oszczędność energii: wysoka sprawność bez kompromisów.

- Zapewnia najwyższą sprawność na rynku w trybie pracy VFI – podwójna konwersja, a także gwarantuje całkowite zabezpieczenie podłączonych odbiorów przed zakłóceniami w sieci zasilającej.
- Bardzo wysoka sprawność wyjścia została przetestowana i zweryfikowana przez niezależną międzynarodową jednostkę certyfikującą.
- Najwyższa sprawność przetestowana i potwierdzona w szerokiej gamie warunków pracy i przy wielu różnych poziomach obciążenia. Dzięki temu użytkownik otrzymuje prawdziwe dane przydatne w instalacjach.
- Wyjątkowo wysoka sprawność w trybie VFI jest zasługą innowacyjnej topologii (trzy poziomowej), która została stworzona z myślą o zasilaczach UPS z rodziny Green Power 2.0.

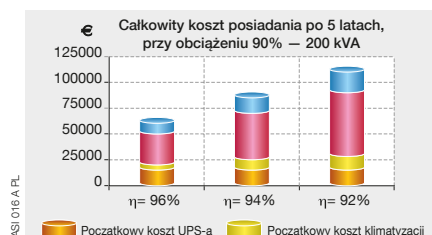
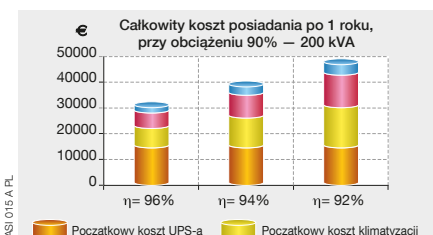
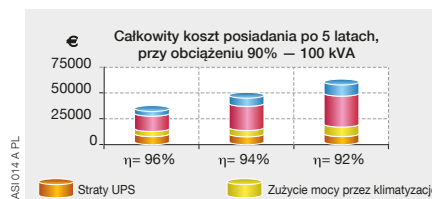
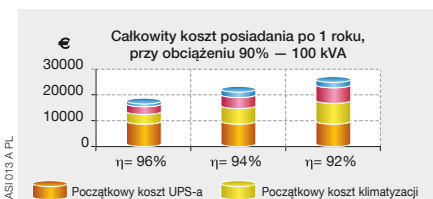
Pełna moc znamionowa: kW=kVA

- Nie wymaga obniżenia mocy zasilającej serwerów najnowszych generacji (współczynnik mocy PF=1).
- Zasilanie zgodne z normą IEC 62040: kW=kVA (konstrukcja ze współczynnikiem mocy PF=1), oznaczająca o 25% większą dostępną moc czynną w porównaniu z innymi zasilaczami UPS.
- Dostosowane do zasilania obciążenia o indukcyjnym współczynnikiem mocy do 0,9 bez obniżania wartości znamionowych.

Redukcja całkowitego kosztu posiadania (TCO)

- Sprawność 96% w trybie podwójnej konwersji zapewnia maksymalną oszczędność energii: Straty energii mniejsze o 50% w porównaniu z zasilaczami UPS starszej generacji zdecydowanie zmniejszą rachunki za prąd.
- Koszt zakupu zasilacza UPS zwraca się w krótkim okresie czasu dzięki oszczędności energii.
- Tryb oszczędzania energii poprawia wydajność systemów pracujących równolegle.
- kW=kVA zapewnia maksymalną dostępną moc przy takich samych parametrach zasilacza UPS, zmniejszając koszt eksploatacji w przeliczeniu na kW.
- Optymalizacja kosztów infrastruktury przed urządzeniem (źródła i dystrybucja) dzięki prostownikowi IGBT o najwyższych parametrach.

Zalety

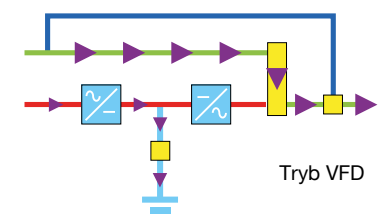


Rozwiązania łączące dostępność z oszczędnością energii

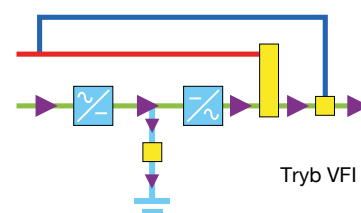
Tryb Fast EcoMode

Dostępny opcjonalnie dla serii DELPHYS GP, tryb Fast EcoMode to automatyczny tryb, optymalizujący wydajność pracy urządzeń w zależności od jakości napięcia wejściowego (napięcie, częstotliwość, zniekształcenie harmoniczne). Gdy napięcie wejściowe mieści się w zakresie tolerancji (możliwość ustawienia wartości), odbiory są zasilane przez by-pass (tryb VFD), co pozwala uzyskać sprawność na poziomie 99%. Jeżeli napięcie znajdzie się poza zakresem tolerancji, system natychmiast przełącza obciążenie na tryb pracy z baterii do momentu przywrócenia wymaganych warunków w sieci zasilającej.

Baterie są stale utrzymywane w stanie gotowości, co wydłuża czas ich eksploatacji i zapobiega okresowym cyklom ponownego uruchamiania prostownika.



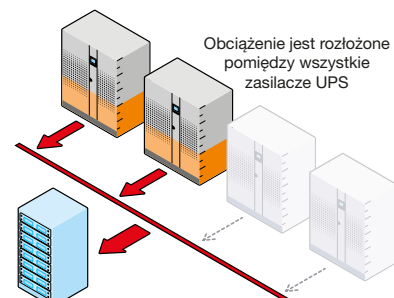
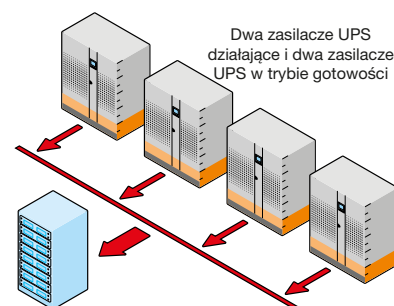
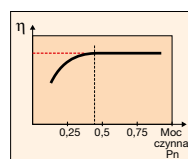
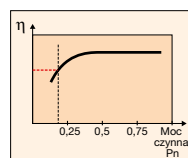
Napięcie sieci w ramach tolerancji ↑ 2 ms ↓ Napięcie sieci poza zakresem tolerancji



ASI 018 C PL

Tryb oszczędzania energii (Energy Saver)

- Funkcja ta pozwala na optymalizację sprawności (η) zasilacza UPS pracującego w układzie równoległym przy częściowym obciążeniu.
- Pracują tylko te zasilacze UPS, które są niezbędne do zapewnienia wymaganej mocy wyjściowej.
- Redundancja jest zachowana poprzez pracę nadmiarowej jednostki UPS.
- W przypadku wzrostu poboru mocy załączane są niezwłocznie pozostałe zasilacze UPS, aby zapewnić wymagane zapotrzebowanie na moc.
- Funkcja Energy Saver jest optymalnym rozwiązaniem systemów zasilania odbiorów, w których występują częste wahania mocy wyjściowej.
- Tryb oszczędzania energii zwiększa sprawność całego systemu.



ASI 017 A PL

Topologie UPS

Topologie transformatorowe i beztransformatorowe

Dwie główne technologie systemów UPS dostępne na rynku to:

- Transformatorowa, stosowana w przypadku, w którym pierwotne i wtórne źródła pochodzą z różnych sieci z różnymi systemami neutralnymi.
- Beztransformatorowa, zapewniająca najwyższą sprawność połączoną z małą zajętością powierzchni.

Każda z tych technologii ma swoje zalety i wady. Wyzwaniem jest, aby znaleźć właściwy kompromis, biorąc pod uwagę warunki obiektowe w którym będzie pracowało urządzenie oraz ograniczenia konstrukcyjne, takie jak wielkość podstawy montażowej, sprawność, prądy zwarciove itd. Firma SOCOMEC może dostarczyć klientom zasilacze UPS w obu technologiach, w zależności od potrzeb.

Technologia czystej energii – prostownik IGBT

Prostownik eliminuje wszelkie zakłócenia wprowadzane przez odbiornik (na źródło zasilania jak i dystrybucję energii).

- Technologia prostownika IGBT zapewnia zasilanie prądem o wyjątkowo niskim poziomie zakłóceń harmonicznyc: THDI < 2,5%.

Prostownik zapewnia stałe parametry zasilania

- Prostownik IGBT jest odporny na zmiany częstotliwości, których źródłem może być agregat prądowłrczy.
- Współczynnik mocy oraz współczynnik THDI na wejściu prostownika mają stałą wartość niezależnie od stanu naładowania baterii (stały poziom napięcia) i od współczynnika obciążenia zasilacza UPS.

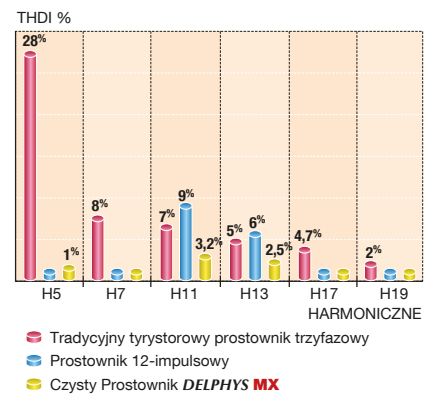
Ekonomiczny prostownik IGBT

- Współczynnik mocy wejściowej prostownika wynosi 0,99, zmniejszając zużycie kVA o 30% w porównaniu z konwencjonalną technologią. Ograniczenie prądu na wejściu pozwala na oszczędności w zakresie źródeł zasilania, okablowania oraz urządzeń zabezpieczających.

- Cechy prostownika IGBT:
 - niski współczynnik THDI na wejściu prostownika
 - stopniowy, przesunięty w czasie restart
 - możliwość wstrzymania doładowywania baterii podczas pracy z agregatem prądowłrczym.
- Pozwala na zredukowanie wpływu stosowania agregatów prądowłrczych oraz ilości zużywanej energii i przestrzeni montażowej.

Zasilacz DELPHYS MX jest w pełni kompatybilny z siecią zasilającą niskiego napięcia, a w szczególności z agregatami prądowłrczymi:

- Sinusoidalny prąd na wejściu prostownika o niskim współczynniku THDI: < 4,5% bez stosowania filtra.
- Wysoki współczynnik mocy za prostownikiem wynoszący 0,93 bez stosowania filtrów pozwala na zmniejszenie poboru mocy, a tym samym zmniejszenie przekrojów kabli i parametrów urządzeń zabezpieczających.
- Stopniowy, sekwencyjny rozruch prostowników w konfiguracji równoległej ułatwia działanie agregatu prądowłrczego.
- Opóźnione ładowanie baterii podczas pracy z agregatem prądowłrczym redukuje pobór mocy.



AS1008 A PL

SVM, cyfrowa modulacja wektorowa

SVM (cyfrowa modulacja wektorowa)

w połączeniu z transformatorem izolacyjnym zainstalowanym na wyjściu falownika zapewnia:

- idealnie sinusoidalny kształt napięcia wyjściowego o współczynniku THDV < 2% dla odbiorów liniowych i < 3% dla odbiorów nieliniowych.
- Stabilne napięcie wyjściowe także w przypadku niesymetrycznego obciążenia międzyfazowego.
- Stabilne napięcie przy nagłych zmianach obciążenia bez zmiany wartości znamionowych napięcia wyjściowego ($\pm 2\%$ w czasie poniżej 5 ms).
- Wysoką przeciążalność zwarciową wynoszącą do 4 In (f/N), umożliwiającą selektywność przy doborze zabezpieczeń.
- Całkowitą izolację galwaniczną między obwodem prądu stałego a wyjściem ładunku.

SVM, najnowsze, bardzo wydajne komponenty i mostki zasilania IGBT, umożliwiają zasilanie:

- Nieliniowych obciążeń przy współczynniku szczytu wynoszącym nawet 3.
- Pełną moc czynną dla obciążeń o współczynniku mocy od 1,0 ind. do 0,9 poj.

Systemy przełączników statycznych (STS) dla obiektów wymagających wysokiej dostępności zasilania

Systemy przełączników statycznych (STS)

Systemy przełączników statycznych (STS) to urządzenia inteligentne, które przenoszą obciążenia na alternatywne źródła, gdy główne źródło jest poza tolerancją. Takie rozwiązanie zapewnia wysoką dostępność energii elektrycznej (niezawodności zasilania) dla odbiorów o znaczeniu krytycznym lub wrażliwych na zanik zasilania.

Przełączniki statyczne STS mają za zadanie:

- zapewnienie redundancji zasilania odbiorów o znaczeniu krytycznym za pomocą dwóch odrębnych źródeł energii;
- zwiększenie niezawodności zasilania wrażliwych odbiorów;
- ułatwienie projektowania i rozbudowy systemów zapewniających wysoką niezawodność zasilania.

- zwiększenie ogólnej elastyczności instalacji, umożliwiając łatwą i bezpieczną konserwację lub wymianę źródła.

W przełącznikach statycznych STS wykorzystuje się sprawdzone i niezawodne półprzewodnikowe układy przełączające (SCR), które zapewniają szybkie, całkowicie bezpieczne, automatyczne przełączanie bez konieczności wyłączenia zasilania odbiorów. Wykorzystanie wysokiej jakości komponentów, architektury odpornej na uszkodzenia, możliwość określenia miejsca usterki, zarządzanie błędami systemu i odbiorami z wysokimi prądami rozruchowymi: to tylko niektóre cechy, które sprawiają, że systemy STS są idealnym rozwiązaniem, pozwalającym osiągnąć maksymalną dostępność i niezawodność zasilania.

STS może również chronić przed:

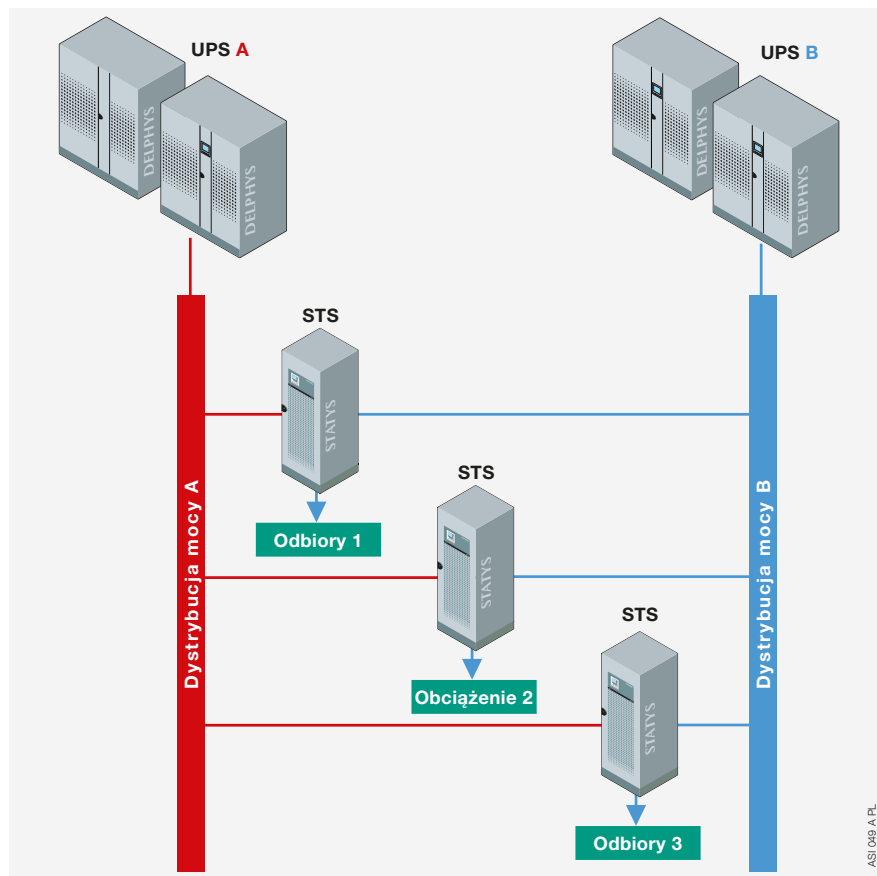
- uszkodzeniem głównego źródła zasilania,
- przypadkowym zadziałaniem zabezpieczeń,
- wzajemnymi zakłóceniami spowodowanymi uszkodzonym sprzętem (zwarcia) zasilanym przez to samo źródło zasilania,
- błędami obsługi (otwarcie obwodu) występującymi w łańcuchu zasilania.

Systemy przełączników statycznych: przykładowe zastosowania

Zazwyczaj przełączniki STS zapewniają redundancję między dwoma niezależnymi systemami UPS.

Każdy STS ma moc odpowiadającą obciążeniu (lub zestawowi obciążeń), które chroni.

Zalecane jest zamontowanie przełącznika statycznego (STS) jak najbliżej odbioru, aby zapewnić redundancję zasilania przed urządzeniem i ograniczenie do minimum wielkość pojedynczego punktu awarii (toru między odbiorem a przełącznikiem STS). Wykorzystanie kilkunastu przełączników STS zapewnia również elektryczne rozdzielenie obciążenia.



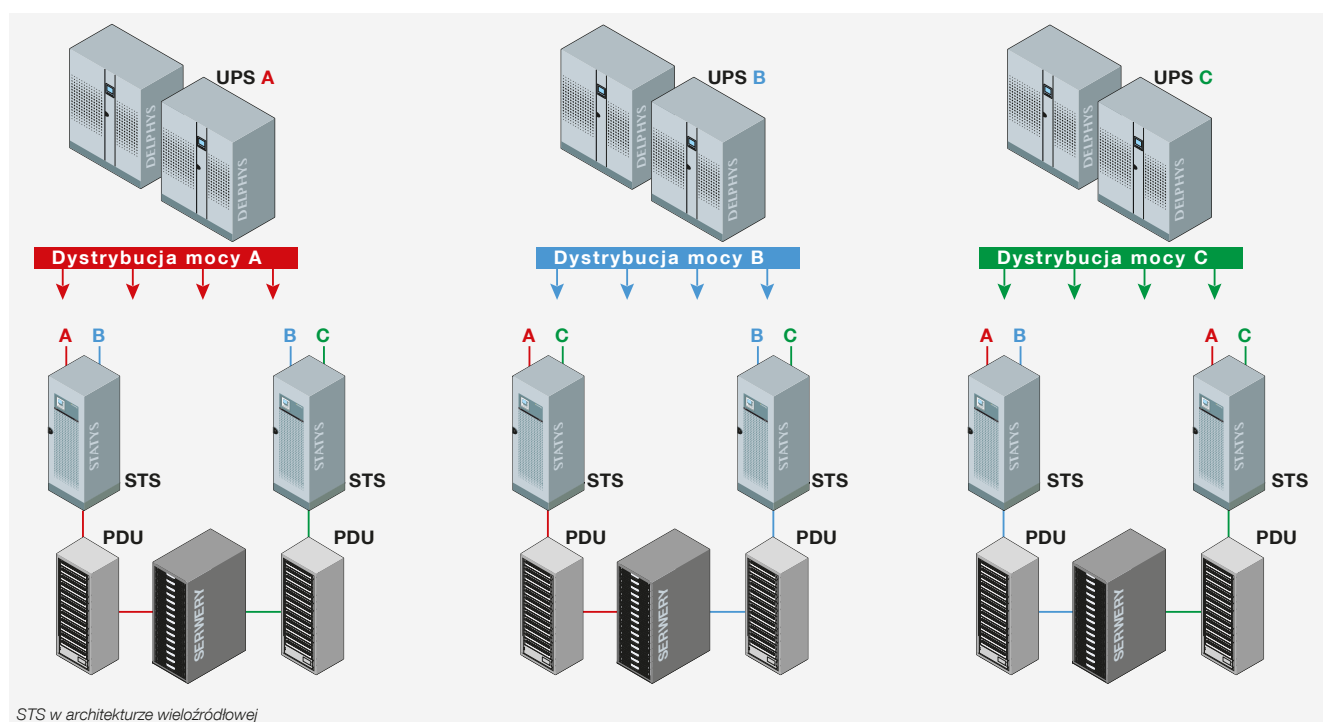
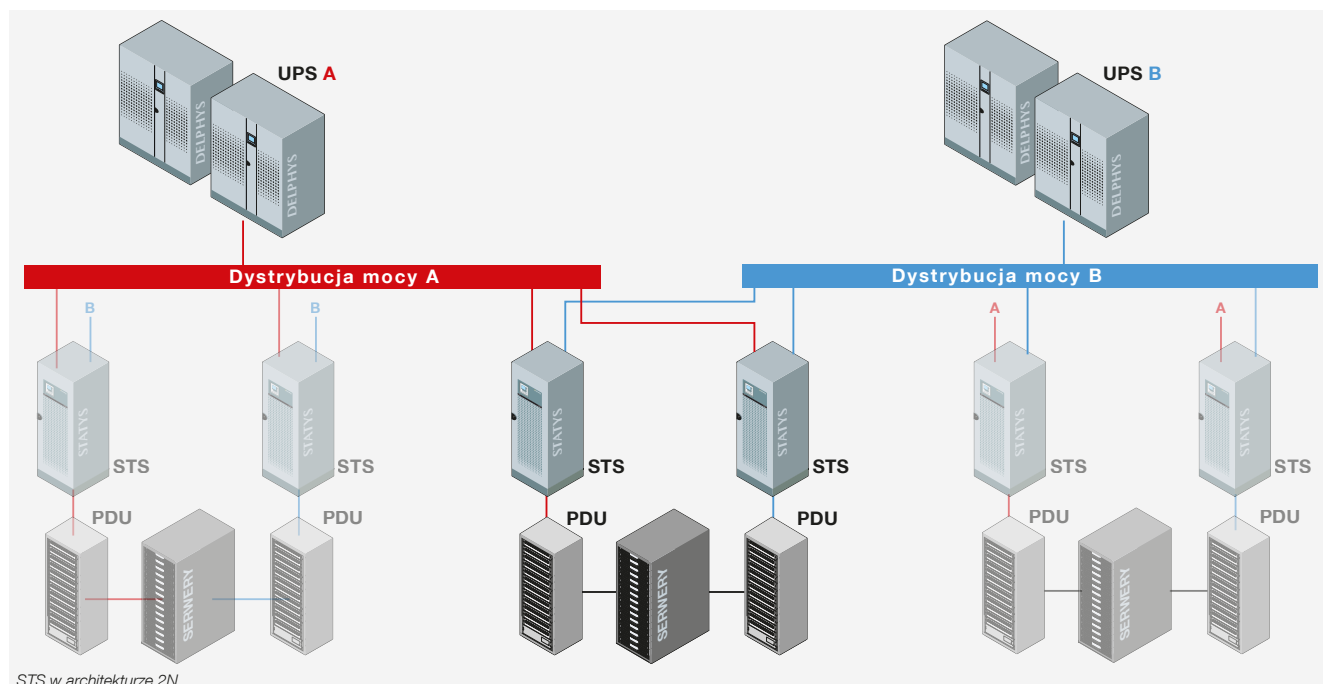
Systemy przełączników statycznych (STS)

Systemy przełączników statycznych: przykładowe zastosowania

Przełączniki statyczne zapewniają wysoką dostępność i swobodę w konserwacji urządzeń w miejscu instalacji. Architektura „2N + STS” gwarantuje, że obciążenie na każdym wejściu jest zasilane energią wysokiej jakości, nawet jeśli jedna dystrybucja mocy nie działa ze względu na błąd krytyczny lub długotrwałą konserwację (np. wymiana źródła lub awaria infrastruktury elektrycznej).

Połączenie architektury wieloźródłowej i przełącznika STS łączącego obciążenie z dwoma niezależnymi źródłami gwarantuje, że są one zawsze zasilane, nawet jeśli jedno z nich nie działa. Kluczowe obiekty korzystają więc z bardzo wysokiej niezawodności systemu.

W obu przykładach przełącznik STS może być scentralizowany (jeden STS dla każdej tablicy rozdzielczej dystrybucji mocy) lub rozproszony (w pobliżu każdej serwerowni, rzędu urządzeń, racków itp.). Wybór odpowiedniego rozwiązania zależy od instalacji, która ma być chroniona, a także od oczekiwanej dostępności lub wymaganego poziomu dostępności serwisu.



Systemy przechowywania energii

System monitorowania baterii EBS: wydłużenie żywotności baterii

Technologia Expert Battery System (EBS) jest układem służącym do zarządzania ładowarką baterii.

Steruje ona procesem ładowania w zależności od temperatury otoczenia, co pozwala na wydłużenie żywotności baterii i zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych poprzez:

- Ładowanie baterii według algorytmu w zależności od warunków środowiskowych oraz stanu baterii.

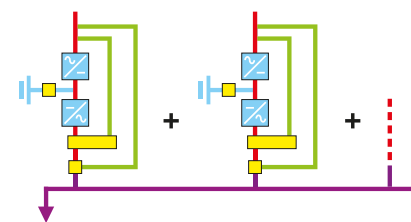
- Eliminację zjawiska przeładowania podczas ładowania buforowego, które przyspiesza proces korozji płytek dodatnich oraz wysychanie separatorów w baterii.
- Izolację obwodu stałoprądowego baterii (funkcja niezależnej ładowarki). Zapobiega to przedwczesnemu zużyciu się baterii spowodowanemu przez tętnienie napięcia pochodzącego z falownika.

Badania prowadzone przez firmę SOCOMEC na bateriach różnych marek oraz wieloletnie doświadczenie wskazują na to, iż okres eksploatacji baterii można wydłużyć nawet o 30% przy stosowaniu systemu EBS w porównaniu z tradycyjnymi systemami ładowania baterii.

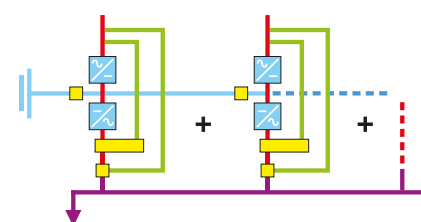
Współdzielona bateria: optymalizacja pojemności baterii dla systemów równoległych.

Dostępny z bateriami współdzielonymi DELPHYS GP umożliwia optymalizację pojemności baterii. Zmniejsza to całkowity wymiar systemu, wagę wymaganych baterii oraz systemu nadzoru baterii, niezbędną ilość okablowania oraz ilość ołowiu.

W powiązaniu z odpowiednio zaprojektowanym połączeniem (bezpieczniki i przełączniki sprzęgające), to rozwiązanie umożliwia również zwiększenie dostępności zestawu baterii i urządzeń UPS na wypadek awarii wewnętrznej.



Bateria w systemie rozproszonym



Bateria współdzielona

Metody magazynowania energii w systemach UPS

Bateria to elektrochemiczny system magazynowania energii, mogący wygenerować różnicę potencjałów, dzięki której prąd elektryczny będzie krążył w obwodzie do momentu wyczerpania energii.

Baterie można podzielić na dwie kategorie:

- Galwaniczne: baterie, których po wyczerpaniu nie da się ponownie naładować i przywrócić do pierwotnego stanu naładowania.
- Akumulatorowe: te baterie, zwane też akumulatorami, można ładować i przywracać do pierwotnego stanu naładowania. Są one ładowane za pomocą ładowarki, która powinna charakteryzować się odpowiednimi cechami pozwalającymi na ładowanie danej technologii baterii.

Parametry baterii i definicje

- Pojemność (C): średni prąd wyrażony w amperogodzinach, który bateria dostarcza w efekcie pełnego rozładowywania zachodzącego w określonym czasie. Przykładowo, C informuje o prądzie dostarczanym w czasie rozładowywania trwającym jedną godzinę, C/5 — o prądzie dostarczanym w czasie rozładowywania trwającym 5 godzin, C/10 o prądzie dostarczanym w czasie rozładowywania trwającym 10 godzin itd.
- Pojemność znamionowa zależy od technologii baterii: przykładowo, pojemność znamionowa baterii kwasowo-ołowiowych to C/10, a pojemność znamionowa baterii nikielowo-kadmowych to C/5.

- Gęstość energii: ilość energii na jednostkę objętości lub wagi wyrażona w Ah/kg lub Wh/kg.
- Głębokość rozładowywania (Depth of Discharge — DoD): część pojemności (lub energii) tracona przez baterię w trakcie fazy rozładowywania. Wyrażona jako procent pojemności, oblicza się ją następującym wzorem:

$$\text{DoD} = \frac{\text{Pojemność rozładowywania}}{\text{Pojemność znamionowa}}$$

- Stan naładowania (State of Charge — SoC): część pojemności (lub energii) pozostałej w baterii. Wyrażony jako procent pojemności, oblicza się go następującym wzorem:

$$\text{SoC} = \frac{\text{Pozostała pojemność}}{\text{Pojemność znamionowa}} = 1 - \text{DoD}$$

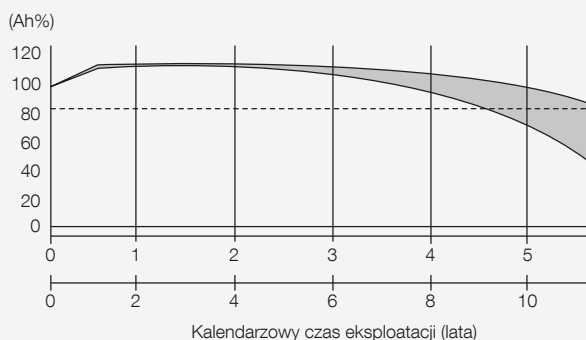
$$\text{DoD} + \text{SoC} = 100\%$$

- Kalendarzowy czas eksploatacji: czas, po jakim bateria — regularnie ładowana i przechowywana w temperaturze kontrolowanej, zmniejsza swoją początkową pojemność znamionową do 80%. Zazwyczaj producenci baterii mówią o „oczekiwanym czasie eksploatacji”, ponieważ jest to wartość szacowana uzyskiwana w efekcie testów laboratoryjnych. Trwałość użytkowa baterii to istotny parametr pozwalający na porównanie różnych technologii baterii.
- Cykliczny czas eksploatacji: liczba cykli naładowań i rozładowań w temperaturze kontrolowanej, które bateria może wytrzymać, zanim jej

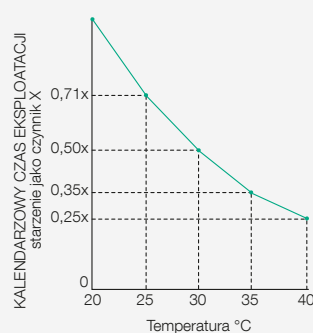
pojemność znamionowa zmniejszy się do 80% wartości początkowej. Cykliczny czas eksploatacji jest bardzo wrażliwy na temperaturę oraz szybkość rozładowywania, w takim stopniu, że jest określany jako konkretna wartość DoD.

- Faktyczny czas eksploatacji: trwałość użytkowa baterii w rzeczywistych warunkach użytkowania. Jest on zależny od kalendarzowego czasu eksploatacji, cyklicznego czasu eksploatacji, temperatury otoczenia oraz rodzaju ładowania i rozładowania.
- Samorozładowanie: procent pojemności naładowania, jaki traci bateria, gdy nie jest używana (np. podczas przechowywania w magazynie). Ten parametr jest powiązany z typem baterii, zależy też w dużym stopniu od temperatury (gdy temperatura rośnie, procent samorozładowania również rośnie).
- Impedancja wewnętrzna: składa się z części indukcyjnej, pojemnościowej i rezystancyjnej. Hamuje on przepływ prądu, zwiększając wytwarzanie ciepła w fazie rozładowania. Najważniejszą częścią oporu, którą należy monitorować, jest część rezystancyjna, ponieważ informuje ona o stanie baterii i jego ewentualnym pogarszaniu się. Na rezystancję wewnętrzną wpływ mają różne czynniki, z których najważniejszym jest temperatura. Typowe wartości oporu zmieniają się w zależności od technologii oraz pojemności baterii.

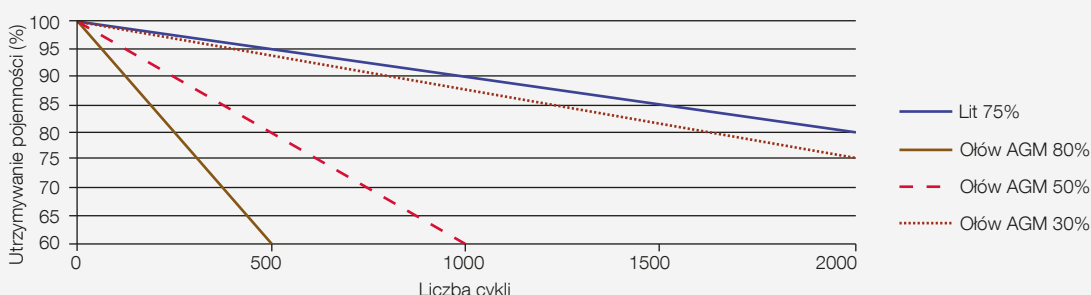
Kalendarzowy czas eksploatacji baterii ołowiowej przy ładowaniu konserwacyjnym w temperaturze 20°C



Kalendarzowy czas eksploatacji baterii ołowiowej a wpływ temperatury (Eurobat)



Klimat umiarkowany, porównanie cyklicznego czasu eksploatacji



Baterie kwasowo-olowiowe (LA)

Baterie kwasowo-olowiowe to najczęściej używany rodzaj baterii w zastosowaniach stacjonarnych. Przewidywany czas eksploatacji tego typu baterii wg klasyfikacji Eurobat wynosi od 3 do 12 lat. Cykliczny czas eksploatacji jest zwykle krótki, nawet jeśli niektóre z takich baterii charakteryzują się dobrym poziomem wydajności w zastosowaniach cyklicznych. Baterie kwasowo-olowiowe to znana od lat, dobrze zbadana i niedroga technologia. Dostępnych jest wiele rodzajów baterii kwasowo-olowiowych, np. z wentylowaną lub szczelną obudową (nazywane bateriami kwasowo-olowiowymi z regulacją zaworową, VRLA, które są praktycznie bezobsługowe). Baterie VRLA dzielą się na akumulatory AGM (absorbed glass material, elektrolit jest wchłaniany przez włókna szklane) lub żelowe (gdzie elektrolitem jest żel stosowany w wyższych temperaturach i w specyficznych zastosowaniach). Jedną z wad baterii kwasowo-olowiowych jest zmniejszenie pojemności użytkowej podczas rozładowywania dużymi prądami. Przykładowo, jeśli bateria jest rozładowywana w godzinę, dostępne jest jedynie 50%–70% jej pojemności znamionowej. Inne wady to niższa gęstość energii (olów ma duży ciężar właściwy) i wykorzystanie ołowiu, niebezpiecznego materiału, którego używanie jest zakazane lub ograniczone w określonych środowiskach i zastosowaniach. Zalety to dobry stosunek ceny do wydajności, łatwy recykling i prosta technologia ładowania.

Baterie nikielowo-kadmowe (NiCd)

W porównaniu z bateriami kwasowo-olowiowymi, baterie NiCd mają wyższą gęstość mocy, nieco większą gęstość energii, a liczba cykli jest wyższa. Baterie NiCd są względnie trwałe, to jedyne baterie, które zachowują dobrą sprawność nawet w niskich temperaturach rzędu od -20°C do -40°C, a ich przewidywany okres eksploatacji jest nadal dobry nawet w wysokiej temperaturze. Są więc używane w krajach o ciepłym klimacie i w zastosowaniach, gdzie występuje wysoka temperatura. Duże systemy baterii wykorzystujące otwarte baterie NiCd działają na skalę podobną do baterii kwasowo-olowiowych. Baterie NiCd to zwykle baterie otwarte, muszą więc być ustawiane pionowo z zachowaniem dobrej wentylacji. Nie można też ich transportować, gdy są naładowane (elektrolit jest transportowany oddzielnie).

Baterie litowo-jonowe (Li-ion)

Baterie litowo-jonowe mają wyższą gęstość grawimetryczną energii, co oznacza, że rozwiązanie wykorzystujące baterie Li-ion jest lepsze i wymaga mniejszej powierzchni w porównaniu z bateriami kwasowo-olowiowymi lub NiCd. W przypadku baterii Li-ion kalendarzowy czas eksploatacji (ponad 10 lat) i cykliczny czas eksploatacji (tysiące cykli) są bardzo dobre, nawet w wysokich temperaturach. Biorąc pod uwagę, że sprawność w cyklu roboczym jest wysoka, nie ma też nadwymiaru w przypadku krótkiego czasu podtrzymania (typowego dla zastosowań UPS), technologia Li-ion ma kilka zalet technicznych. Większość elektrod z tlenku metalu jest termicznie nietrwałych i może ulegać rozkładowi przy podwyższonych temperaturach, uwalniając ten i w efekcie powodując niekontrolowany wzrost temperatury. Aby zmniejszyć to ryzyko, baterie Li-ion łączone w serie w celu uzyskania napięcia kompatybilnego z zestawem UPS są wyposażane w urządzenie

monitorujące, by zapobiec przeciążeniom i nadmiernemu rozładowywaniu. Instalowany jest również obwód równoważący napięcie, który monitoruje poziom każdej pojedynczej komórki i zapobiega odchyleniom napięcia między nimi.

Superkondensatory/ ultrakondensatory

Istnieje wiele różnych technologii określanych mianem „superkondensatorów” lub „ultrakondensatorów”. Dwie główne technologie to:

- Symetryczne elektryczne kondensatory dwuwarstwowe (symetryczne EDLC), w których węgiel aktywny jest używany w obu elektrodach. Mechanizm ładowania jest czysto elektrostatyczny: żaden ładunek nie przemieszcza się w układzie elektrody/elektrolitu.
- Asymetryczne elektryczne kondensatory dwuwarstwowe (asymetryczne EDLC), w których jedną z elektrod jest elektroda baterii. Elektroda baterii charakteryzuje się dużą pojemnością w porównaniu z elektrodą węglową, tak więc jej napięcie nie zmienia się znacząco wraz z ładowaniem. Pozwala to uzyskać wyższe ogólne napięcie ogniwa.

Superkondensatory zapewniają szybkie impulsy energii podczas szczytowego zapotrzebowania na zasilanie, a następnie szybko magazynują energię; ich niezwykle niski opór wewnętrzny pozwala na bardzo szybkie rozładowywanie i ponowne naładowanie, a do tego mają niezrównaną sprawność w cyklu roboczym. Dodatkowo zwykle nie są w nich wykorzystywane materiały niebezpieczne, mają też bardzo niski poziom samowylądowania, zużywają więc niewiele prądu w trybie ładowania konserwacyjnego (co oznacza, że UPS zużywa mniej energii) i mogą działać przez dłuższy czas bez doładowywania.

Kondensatory litowo-jonowe (LIC)

Kondensator ten to hybryda baterii i kondensatora (asymetryczne EDLC). Kondensator litowo-jonowy zawiera katodę z węgla aktywnego (stąd nie ma zagrożeń wynikających z niekontrolowanego wzrostu temperatury⁽¹⁾), anodę z węglem uszlachetnionym litem oraz elektrolit zawierający sole litu, tak jak w baterii. Taka konstrukcja hybrydowa tworzy kondensator, który oferuje najlepsze funkcje wydajnościowe baterii i kondensatorów. Hybrydowa konstrukcja baterii ma wiele zalet. Wśród nich jest wysoka gęstość energii i wysokie napięcie. Korzyść, jaka z tego wynika, jest taka, że przy połączeniu w serię potrzeba nawet o 1/3 mniej ogniw LIC w porównaniu do konwencjonalnych kondensatorów EDLC. Inną zaletą jest bardzo niski poziom samorozładowywania: LIC jest w stanie przechować 95% ładunku przez 3 miesiące. Ponieważ w trybie ładowania konserwacyjnego pobiera bardzo mało prądu, UPS zużywa mniej energii, a LIC może działać przez długi czas bez konieczności ponownego ładowania. Wśród korzyści płynących z używania technologii LIC jest też wyższy poziom bezpieczeństwa (brak ryzyka związanego z niekontrolowanym wzrostem temperatury), wyższa gęstość energii oraz szybkie ładowanie i rozładowywanie. Jest też bardziej niezawodna, z długą pracą cykliczną (szacowany okres eksploatacji to milion cykli ładowania/rozładowania) i odpornością na szeroki zakres temperatur (od -20°C do 70°C). Dzięki temu sprawdza się idealnie w trudnych warunkach pracy,

Koło zamachowe

Koła zamachowe przechowują energię w postaci pędu w wirującej masie. Silnik elektryczny rozpędza wirnik do dużej prędkości w celu naładowania koła zamachowego. W trakcie rozładowywania silnik działa jako generator, przetwarzając energię obrotową na elektryczność. Energia magazynowana w kole zamachowym zależy od masy i prędkości, zgodnie z następującym równaniem:

$$E = \frac{1}{2} J \omega^2$$

Gdzie J to moment bezwładności, a ω to prędkość kątowna. Ponieważ energia jest w proporcji kwadratowej do prędkości kątowej, niezwykle ważne jest, by koło zamachowe pracowało z bardzo dużą prędkością (ponad 30 000 obr./min). Z tego względu nowoczesne koła zamachowe wykorzystują lewitację magnetyczną, która pozwala uniknąć strat powstałych wskutek tarcia, i obracają się w zamkniętej próżni. Koła zamachowe nie mają ograniczeń wynikających z wysokiej temperatury (kalendarzowy czas eksploatacji nie ulega skróceniu), w trakcie ponownego ładowania nie dochodzi do emisji wodoru (jak dzieje się w przypadku baterii kwasowo-olowiowych), można je naładować w bardzo krótkim czasie, ma bardzo duży zakres cykli nieskracający szacowanego okresu eksploatacji, nie są w nim używane żadne materiały szkodliwe, można je montować tam, gdzie miejsce do instalacji jest ograniczone. Koła zamachowe mają moc wyjściową mierzoną w setkach kW, dlatego sprawdzają się idealnie w systemach UPS dużej mocy.

Magazynowanie energii za pomocą sprężonego powietrza (Compressed air energy storage – CAES)

W systemach magazynowania energii za pomocą sprężonego powietrza energia elektryczna jest wykorzystywana do skompresowania powietrza i zmagazynowania go w specjalnie do tego przeznaczonej konstrukcji. Gdy pojawia się zapotrzebowanie na energię elektryczną, sprężone powietrze jest natychmiast konwertowane na elektryczność poprzez przepuszczenie go przez sprężarkę spiralną, która z kolei napędza generator elektryczny. Typowym przykładem zastosowania jest zasilanie pomocnicze (zmiana zasilania z sieci na zasilanie z generatora), ale nie w przypadku częstych mikroprzerw. Systemy CAES można montować równolegle, by zwiększyć czas podtrzymania lub dodać redundancję. Systemy CAES można również wykorzystywać w uciążliwych warunkach pracy, a na ich długi kalendarzowy czas eksploatacji nie ma wpływu temperatura. Kiedy system jest całkowicie naładowany, nie wymaga żadnego znaczącego zużycia energii, zwiększając ogólną sprawność tradycyjnego systemu UPS wykorzystującego baterie.

⁽¹⁾ Niekontrolowany wzrost temperatury: sytuacja, do której dochodzi w nieprawidłowych warunkach pracy, gdy bateria generuje ciepło w szybszym tempie niż jest w stanie je odprowadzić. Niekontrolowany wzrost temperatury może doprowadzić do stopienia się elementów w tworzywa sztucznych w baterii, uwalniając gazy, dym i kwas, które mogą uszkodzić sprzęt w pobliżu.