DDUPS – Dynamic Diesel UPS

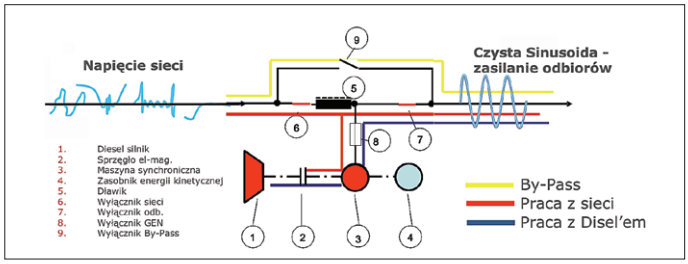
UPS dynamiczny firmy HITZINGER

mgr inż. Jacek Katarzyński – Delta Power Sp. z o.o.

W ostatnim okresie coraz częściej pojawiają się rozwiązania bezprzerwowych systemów zasilania oparte na UPS-ach dynamicznych. Mimo wyższej ceny ich zakupu, cechy użytkowe, trwałość i gwarancja niezawodnego zasilania sprawiły, że urządzenia te cieszą się coraz większą popularnością. W artykule zostało przedstawione unikatowe rozwiązanie DDUPS firmy HITZINGER.

Obecnie produkowane silniki Diesla mają znacznie krótsze czasy rozruchu (kilka sekund) od tych produkowanych kilkanaście lat temu, a pewność ich startu jest bardzo duża z uwagi na użycie redundantnych metod rozruchu. Oprócz klasycznych akumulatorów rozruchowych stosuje się redundantny rozruch z zasobnika energii kinetycznej poprzez wał główny, rozruch sprężonym powietrzem lub poprzez dublowany układ rozruszników i baterii rozruchowych. Właśnie te cechy spowodowały zainteresowanie i rozwój DDUPS jako pewnego i ekologicznego systemu zasilania bezprzerwowego. Na **rysunku 2.** przedstawiono widok DDUPS firmy HITZINGER. Unikatowym rozwiązaniem jest umiejscowienie zasobnika energii kinetycznej na końcu wału.

Zasobnik energii kinetycznej opiera swoje działanie na gromadzeniu energii w wirującej masie zewnętrznego wirnika – rotora, który wiruje z prędkością prawie dwukrotnie wyższą od prędkości wału głównego. Wał główny, na którym osadzony jest generator, wiruje z klasyczną prędkością 1500 obr./min, co jest typowe dla częstotliwości 50 Hz. Masa zewnętrznego rotora przekracza cztery tony dla DDUPS o mocy 1 MW oraz dziewięć ton dla mocy 2 MW. Dzięki ogromnej masie rotora energia kinetyczna zasobnika wystarczy na podtrzymanie zasilania odbiornika o mocy 1 MW przez ok. 6 sekund. To czas wystarczający na uruchomienie silnika Diesla i przejęcie przez niego napędu wału głównego w celu utrzymania zadanej prędkości obrotowej 1500 obr./min. Umiejscowienie zasobnika energii kinetycznej na końcu wału jest unikatowym rozwiązaniem, umożliwiającym jego mechaniczne odłączenie od prądnicy, która wciąż pozostaje awaryjnym źródłem zasilania na czas remontu zasobnika. W tym okresie istnieje też jednak możliwość ciągłej pracy silnika Diesla, co w praktyce oznacza bezprzerwowe przejęcie obciążenia przez generator w momencie zaniku napięcia sieci.



Rys. 1. Schemat blokowy DDUPS włączonego w system energetyczny obiektu

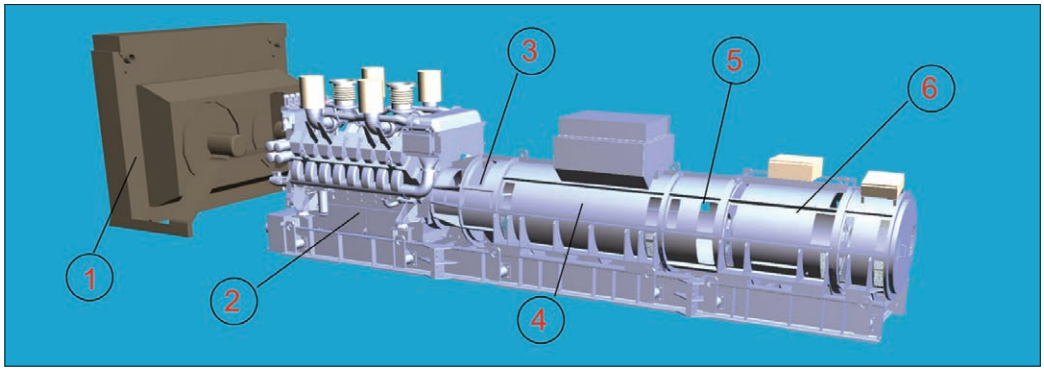
Na **rysunku 1.** przedstawiono schemat blokowy DDUPS włączonego w system energetyczny obiektu.

Charakterystycznym elementem DDUPS jest dławik (oznaczony numerem 5 na **rysunku 1.**). Konstrukcja dławika umożliwia przenoszenie mocy znamionowej przez czas nieograniczony, a jego funkcje są następujące:

- rozprzęglenie napięć wejścia i wyjścia dławika (napięcia sieci i napięcia generatora). Napięcie generatora za dławikiem jest stabilizowane, a napięcie przed dławikiem może się wahać, co wynika ze zmian napięcia sieci. Różnica obu napięć może dochodzić nawet do 10% w normalnym stanie pracy;
- filtrowanie zakłóceń sieci;
- ograniczanie prądów zwarciowych do wartości nie większych niż $2 \times I_{nGEN}$ w przypadku zwarć na wejściu dławika po stronie sieci;
- ograniczenie prądów wyrównawczych w czasie synchronizacji.

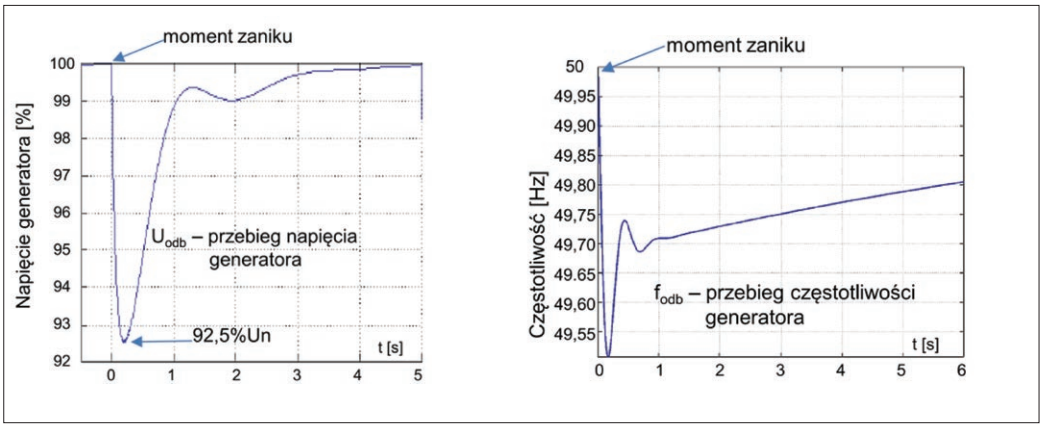
W normalnym stanie pracy zespół prądotwórczy jest odstawiony, a maszyna synchroniczna (generator) pracuje jako silnik synchroniczny utrzymujący obroty zewnętrznego rotora na poziomie 2700 obr./min. *De facto* silnik synchroniczny pokrywa w tym czasie straty wynikające z oporów toczenia zewnętrznego rotora i straty własne. W tym stanie pracy maszyna synchroniczna pracuje również jako kompensator synchroniczny, oddając energię bierną, konieczną na namagnesowanie dławika, oraz poprawiając współczynnik mocy obiektu. Zanik napięcia sieci skutkuje oddawaniem energii z modułu KIN (zasobnik energii kinetycznej) i natychmiastowym startem silnika Diesla. Wykresy prędkości obrotowych wału głównego, wału silnika Diesla oraz zewnętrznego rotora modułu KIN zostały przedstawione na **rysunku 3.**

W chwili t = 0, kiedy następuje zanik napięcia sieci, zasobnik



Rys. 2. UPS dynamiczny DDUPS (Dynamic Diesel UPS) – widok ogólny, gdzie: **1** – chłodnica, **2** – silnik Diesla, **3** – elastyczne połączenie i sprzęgło elektromagnetyczne, **4** – maszyna synchroniczna, **5** – elastyczne połączenie, **6** – zasobnik energii kinetycznej

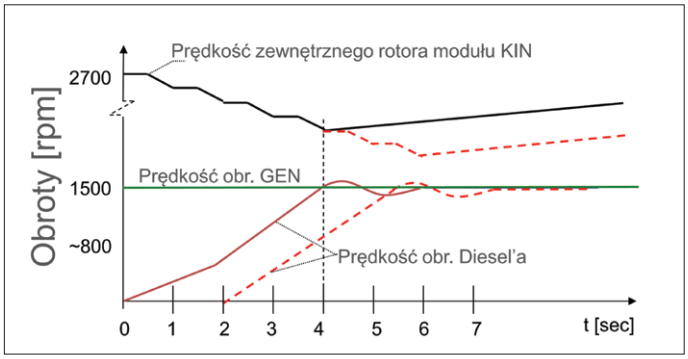
energii kinetycznej oddaje energię, utrzymując prędkość wału na poziomie 1500 obr./min, dzięki czemu generator zasila odbiory z częstotliwością f = 50 Hz ±1%. Po natychmiastowym uruchomieniu silnika Diesla następuje przejęcie przez niego napędu wału głównego i rozpoczęcie procesu ładowania zasobnika (zewnętrzny rotor rozpędza się ponownie do prędkości zadanej). Rozruch silnika Diesla następuje za pomocą baterii rozruchowych. Po osiągnięciu prędkości ok. 800 obr./min następuje zesprzęglenie wałów za pośrednictwem sprzęgła elektromagnetycznego. Jeżeli w czasie 2 sekund od momentu zaniku napięcia sieci silnik Diesla nie uruchomi się, następuje zamknięcie sprzęgła elektromagnetycznego i rozruch bezpośredni przez wał główny. Na wykresie prędkości obrotowych alternatywny rozruch silnika zaznaczony jest czerwoną linią przerywaną. Energia zmagazynowana w zasobniku wystarcza na bezpośrednie uruchomienie silnika Diesla oraz podtrzymanie zasilania generatora obciążonego mocą znamionową do momentu przejęcia napędu wału przez silnik Diesla. Zmiany napięcia i częstotliwości na odbiorach krytycznych (obciążenie znamionowe DDUPS) dla stanu „zanik napięcia sieci w chwili t = 0" zostały przedstawione na **rysunku 4.**



Rys. 4. Oscylogramy napięcia i częstotliwości zarejestrowanych w instalacji odbiorczej dla momentu zaniku napięcia sieci i obciążenia znamionowego DDUPS

Na **rysunku 4.** widoczne są zmiany napięcia generatora w momencie zaniku napięcia, dochodzące chwilowo do wartości 7,5% U_n. Widać też, że częstotliwość obniża swoją wartość o 1%, do poziomu 49,5 Hz. Parametry napięcia generatora w stanie przejściowym są w określonych przez producenta granicach tolerancji i z punktu widzenia odbiorów krytycznych jest to napięcie gwarantowane. Przedstawione charakterystyki i oscylogramy potwierdzają przewagę technologiczną DDUPS nad klasycznymi zespołami prądotwórczymi, przystosowanymi do pracy synchronicznej z siecią sztywną. Główną zaletą jest aspekt ekonomiczny. Aby klasyczny zespół prądotwórczy pełnił te same funkcje, co DDUPS, musiałby być w ruchu ciągłym z pracującym non stop silnikiem Diesla, a to skutkowałoby bardzo wysokimi kosztami eksploatacyjnymi. Alternatywą dla DDUPS są klasyczne, statyczne zasilacze UPS, jednak porównywanie ich bez zapewnienia im zasilania z zespołu prądotwórczego jako rezerwowego źródła energii jest niewłaściwe. Klasyczny zasilacz UPS ma czasy podtrzymania na poziomie od kilku do kilkunastu minut (czasami zdarza się godzina lub dwie podtrzymania) i wymaga zespołu prądotwórczego, który umożliwiałby pracę przez wiele godzin lub dni, jak ma to miejsce w przypadku UPS-a dynamicznego. Ponadto są cechy szczególne, które odróżniają UPS-y dynamiczne od statycznych. Oto one:

- żywotność DDUPS – minimum 25 lat (statycznych UPS-ów – ok. 10 lat),
- MTBF (czas między awariami) – ponad 1 000 000 godzin (statyczne UPS-y – ok. 200 000 h),
- zdolność zwarciowa generatora – ok. 15×I_{nGEN} (statyczne UPS-y – do 3 I_n maks.),
- brak baterii akumulatorów, które trzeba okresowo (na ogół co trzy do sześciu lat) wymieniać,
- brak problemu z utylizacją akumulatorów, ponieważ w zasilaczu UPS dynamicznym nie ma baterii akumulatorów, stanowiących źródło energii w czasie zaniku napięcia sieci,
- brak konieczności instalowania klimatyzatorów, wystarcza tylko przepływ powietrza chłodzącego,
- stabilizacja współczynnika mocy i zawartość harmonicznych THD < 3%, niezależna od obciążenia obiektu (zasilacze statyczne mają cosφ > 0,99 oraz THDi < 3% na wejściu prostownika, ale tylko wtedy, kiedy są obciążone powyżej 70% mocy znamionowej).



Rys. 3. Wykres prędkości obrotowej wału głównego, silnika Diesla i zewnętrznego rotora zasobnika energii kinetycznej

wnioski

1. Wyższy koszt inwestycyjny UPS-a dynamicznego rekompensuje korzyści techniczne i ekonomiczne uzyskane z DDUPS w ciągu 25 lat jego eksploatacji.
2. Współczynnik MTBF dla DDUPS jest ponad pięciokrotnie wyższy od UPS-a statycznego, co przekłada się na wyższy poziom bezpieczeństwa obiektu i wymaga znacząco mniejszej ingerencji serwisu w konserwację i naprawy systemu zasilania gwarantowanego.
3. Brak w DDUPS baterii akumulatorów, typowych w UPS-ach statycznych, jest ważnym czynnikiem ekologicznym w procesie ochrony środowiska. UPS statyczny o mocy zaledwie 200 kW, z czasem podtrzymania 30 minut, po pięciu latach eksploatacji generuje ok. 6 ton złomu koniecznego do utylizacji.
4. Usytuowanie zasobnika energii kinetycznej na końcu wału umożliwia remont DDUPS Hitzinger bez narażania obiektu na brak awaryjnego lub gwarantowanego zasilania w zależności od ustawienia systemu DDUPS.

reklama

Delta Power Sp. z o.o.
02-849 Warszawa
ul. Krasnowolska 82R
tel. 22 379 17 00
faks 22 379 17 01
biuro.warszawa@deltapower.pl
www.deltapower.pl