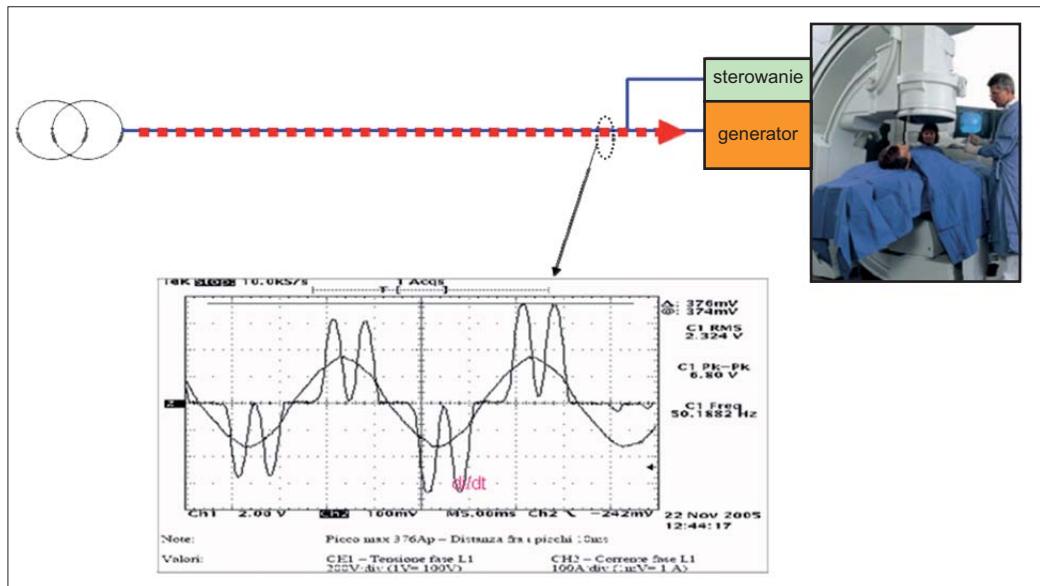


# zasilanie odbiorników nieliniowych przez zasilacze UPS

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

Rozwój zasilaczy UPS na przestrzeni ostatnich 10 lat jest ogromny, ale mimo tego postępu wciąż istnieje problem oddziaływanie odbiorników na zasilacz i zasilacza na odbiory. Nie istnieje zasilacz, którego impedancja wewnętrzna jest równa  $0\Omega$ , a tylko taki nie zmieniałby parametrów sieci. Nie ma też takiego, który w stanach przejściowych mógłby zasilać odbiory z dowolnym przeciążeniem bez odkształcenia prądu i napięcia, a tylko taki gwarantuje prawidłową pracę wybranych urządzeń o dużym chwilowym poborze mocy oraz selektywną pracę zabezpieczeń.

Przykładem odbiornika nieliniowego o dużym chwilowym poborze mocy jest kardioangiograf – aparat RTG używany w służbie zdrowia, służący do kardioangiografii cyfrowej. Urządzenie składa się z części elektronicznej i generatora w.cz. o mocy 100kW. Urządzenie w trakcie przeswietlenia pobiera moc maksymalną 100kW przez czas 0.5ms. W trak-



cie obróbki zdjęć, a więc przy wyłączeniu generatora i lampie RTG, pobór mocy jest o wiele mniejszy i kształtuje się na poziomie ok. 6kVA. Na rysunku 1. przedstawiono przebieg prądu pobieranego przez angiograf w trakcie pracy lampy RTG przy zasilaniu z sieci. Kształt prądu jest typo-

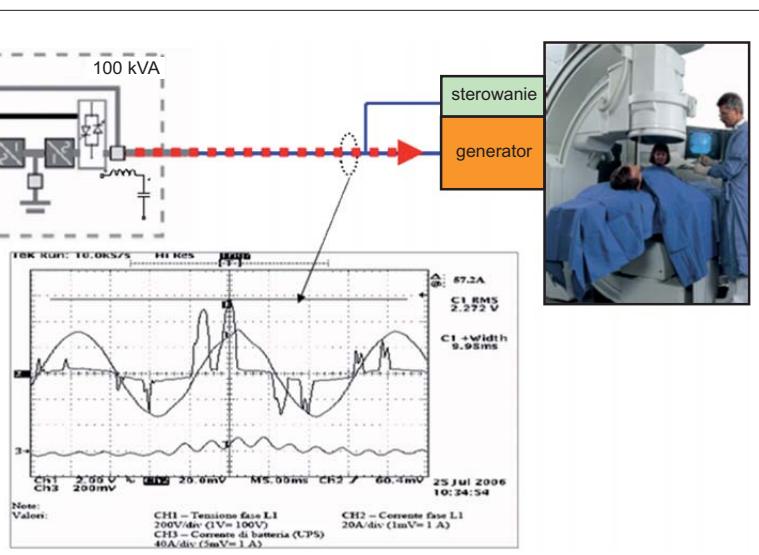
wym przykładem poboru prądu przez odbiornik nieliniowy. Istotnym jest, że w piku prądowym wartość chwilowa osiąga poziom 370A – dwa razy w każdym półokresie przez czas kilku okresów.

Angiograf ze względu na charakter swojej pracy wymaga bezprzer-

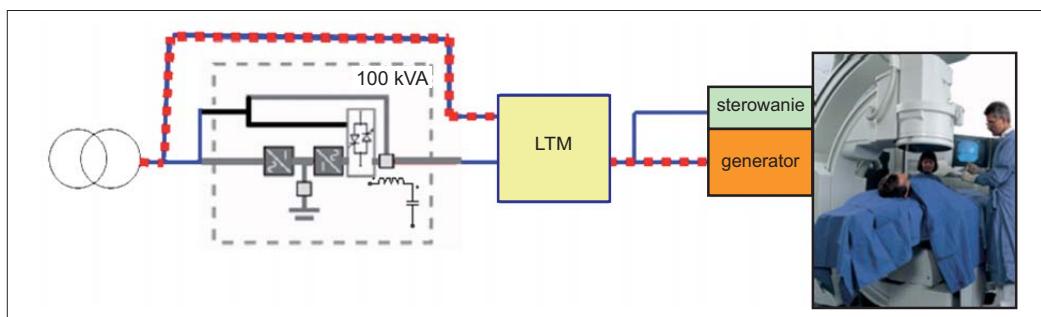
wowego zasilania, co wiąże się z koniecznością jego zasilania przez odpowiedni UPS. Dobór zasilacza w takim przypadku jest szczególnie trudny i wymaga wiedzy oraz doświadczenia zarówno projektanta, jak i dostawcy UPS-a. Na rysunku 2. przedstawiono przebieg prądu pobieranego przez angiograf w trakcie pracy lampy RTG przy zasilaniu z UPS-a w trybie pracy z baterii.

Wartość prądu falownika UPS-a jest ograniczona przez jego impedancję, wynikającą z zastosowania elementów LC na jego wyjściu. Dławik lub transformator jako człon inercyjny mają duży wpływ na przebieg prądu w przypadku chwilowego poboru dużej wartości mocy. W przypadku angiografu efektem ograniczenia prądu jest brak ostrości obrazu (rys. 4.) i szybsze starzenie się lampy RTG. Wartość lampy przekracza 300 tys. zł, więc jest to niebagatelny czynnik ekonomiczny.

W obecnie produkowanych zasilaczach, w których falowniki są stero-



wane cyfrowo na zasadzie odwzorowania wektorowego prądów i napięć, stosuje się dławiki o wartościach reaktancji relatywnie niższych niż to miało miejsce w starszych konstrukcjach. Dzięki temu wpływ indukcyjności w obwodzie zasilania odbiorów jest mniejszy, a co za tym idzie, ograniczenie prądu pobieranego przez odbiory w momentach rozruchu jest również mniejsze. **Rysunek 5.** przedstawia ogólny przebieg prądu znamionowego dla zasilacza o mocy 100 kVA. Wartość skuteczna prądu znamionowego wynosi 145 A, a jego wartość maksymalna dla przebiegu sinusoidalnego (odbiornik liniowy) – 205 A. Zakładając, że współczynnik szczytu zasilacza wynosi 3:1, co większość producentów zasilaczy podaje w swoich kartach katalogowych jako jeden z parametrów znamionowych, wartość maksymalna prądu chwilowego wynosi 375 A. Na rysunku widoczne jest również ograniczenie prądowe falownika dla wybranego zasilacza, które wynosi 435 A, co oznacza, że teoretycznie UPS powinien



**Rys. 3.** Zastosowanie bezprzerwowegołącznika tyristorowego – by-passu elektronicznego (LTM – produkt Socomec), który jest zasilany dwutorowo: z sieci i z UPS-a

sobie poradzić z zasilaniem angiografu. Niestety, w rzeczywistości wpływ reaktancji dławików na wyjściu falownika jest zbyt duży, co skutkuje pogorszeniem jakości pracy angiografu.

Opisywane problemy współpracy angiografu z zasilaczem UPS miały niestety miejsce w rzeczywistości. Szpital kupił zasilacz UPS o mocy 100 kVA do zasilania swojego angiografu. Pomimo kłopotów z brakiem współpracy obu urządzeń, użytkownik nie był w stanie udowodnić nieprawidłowej pracy kupionego zasilacza UPS, a obliczenia projektanta

dowodziły, że zasilacz powinien być „wydolny” prądowo tak, aby zasilał angiograf. Niestety, niepełna wiedza projektanta dotycząca tego zagadnienia przysporzyła szpitalowi wiele problemów i kolejnych wydatków. Pomysł pracy zasilacza w trybie „Eco-mode” (praca w trybie by-passu elektronicznego) również okazał się chybiony. Chociaż w trakcie obecnego napęcia w sieci problem nie występował, to podczas zaniku napięcia przełączenie na pracę z falownika okazało się być przerwowe (ok. 10-20 ms przeływy). Skutkowało to wyłączeniem angiografu z powodu braku ciągłości zasilania generatora i lampy RTG. Szkołliwość tego zjawiska ze względu na odpowiednie wychłodzenie lampy jest jeszcze większa niż zasilanie jej napięciem odkształconym z falownika. Nie mogąc uporać się z wyżej opisanymi problemami szpital zwrócił się z prośbą o konsultację i pomoc do firmy **Delta Power**.

Istnieje kilka rozwiązań tego problemu, jednak każde z nich pociąga za sobą dodatkowe koszty:  
**▪ pierwszym rozwiązaniem** jest wymiana zasilacza na nowy, od-

reklama

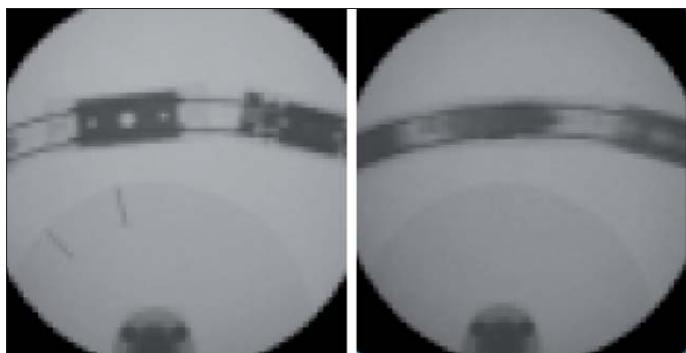
# 10 lat sukcesów na rynku zasilania gwarantowanego

lat sukcesów

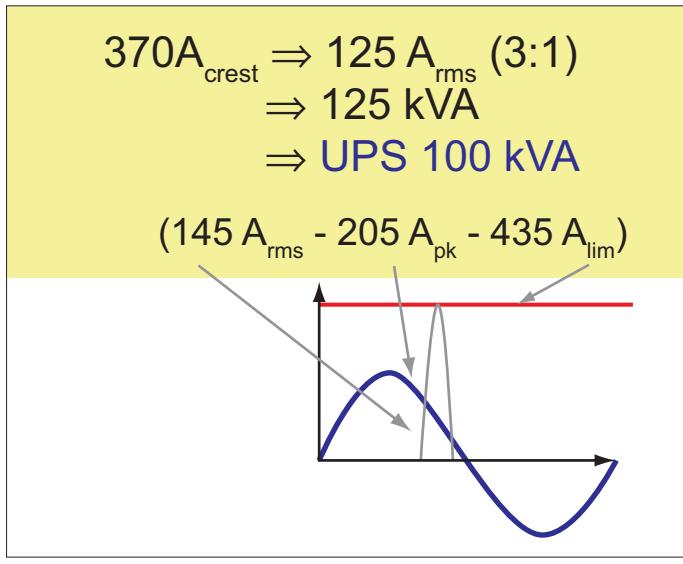
- Ponad 2200 zainstalowanych urządzeń średniej i dużej mocy
- Największy system zasilania rezerwowego w Polsce o mocy 10 MVA
- Agregaty prądotwórcze 10 kVA - 2,5 MVA
- Zasilacze UPS 0,3 kVA - 4,8 MVA
- Systemy zasilania dla zastosowań o obostrzonych wymaganiach
- Opieka serwisowa i hot-line



Siedziba: ul. Potocka 4, 01-652 Warszawa, tel. (022) 832 12 72, fax (022) 832 05 52, e-mail: biuro.warszawa@deltapower.pl,  
Filia: ul. Olgierda 137, 81-584 Gdynia, tel. (058) 668 01 88;89, fax (058) 668 00 47, e-mail: biuro.gdynia@deltapower.pl,  
Filia: ul. Strzegomska 55d, 53-611 Wrocław, tel./fax (071) 782 98 01;02;03, e-mail: biuro.wroclaw@deltapower.pl,



Rys. 4. Porównanie dwóch obrazów angiografu przy zasilaniu z sieci i z UPS-a



Rys. 5. Poglądowy przebieg prądu dla zasilacza UPS o mocy 100 kVA

powiedni dla danego odbiornika. W ofercie firmy Delta Power byłby to zasilacz UPS DELPHYS MP o mocy 160kVA/128kW, którego falownik ma wydolność prądową ponad  $4I_n$  przez 100ms. Kierując się tylko danymi katalogowymi, wystarczyłoby zastosować UPS 100kVA (620Ask), jednak przy takim przeciążeniu przebieg napię-

cia byłby odkształcony – THDu będzie większe niż katalogowe 4% dla obciążenia nieliniowego. Zasilacz 160kVA/128kW jest zatem wyborem optymalnym ze względu na zapas mocy zasilacza w stosunku do zasilanego odbiornika. Co więcej, różnica w koszcie zakupu większej jednostki w stosunku do dużej wartości angiografu jest znikoma,

- **drugim rozwiązaniem** jest zastosowanie bezprzerwowego łącznika tyristorowego – by-passu elektronicznego (LTM – produkt Socomec), który jest zasilany dwutorowo: z sieci i z UPS-a (rys. 3.). Priorytetowym źródłem zasilania jest sieć, a w przypadku zaniku napięcia w sieci, następuje bezprzerwowe przełączenie na zsynchronizowany z siecią UPS. Na takie rozwiązanie zdecydował się w tym przypadku użytkownik, który ze względu na posiadany już UPS 100kVA, godził się na gorszą jakość zdjęć w trakcie pracy urządzenia z zasilacza UPS i braku napięcia sieciowego. W przypadku tego konkretnego użytkownika zaniki napięcia nie były zbyt częste i czas pracy z baterii stanowił ułamek procenta w stosunku do czasu pracy urządzenia z sieci. Tym samym szybsze starzenie lampy RTG przy pracy baterijnej nie było czynnikiem decydującym o wyborze rozwiązania,
- **rozwiązanie trzecie** – niektórzy użytkownicy angiografów w celu jeszcze bardziej znacznej redukcji kosztów decydują się na rozwiązaniu minimalne, polegające na zastosowaniu UPS-a o mocy zaledwie 40kVA. W tym przypadku UPS – poprzez LTM – zostaje załączony na zasilanie angiografu dopiero w przypadku zaniku napięcia podstawowego. W momencie zaniku napięcia UPS wysyła sygnał do angiografu, który nie wykonyuje już zdjęć, a jedynie kończy

pracę, tzn. wychłada lampę RTG i zachowuje dane. Wadą tego rozwiązania jest brak pracy urządzenia w trakcie dłuższych zaników napięcia.

Produkowane obecnie urządzenia zarówno w branży medycznej, jak i w przemyśle są bardzo czułe na wszelkiego rodzaju zakłócenia w napięciu zasilającym. Ich charakter pracy i dobór urządzeń zasilających o odpowiednich parametrach są dziś dużym wyzwaniem dla dostawców zasilaczy bezprzerwowych oraz projektantów. Niewystarczająca znajomość zagadnień technicznych, a w szczególności brak wiedzy na temat oddziaływanego urządzeń na zasilacze UPS i odwrotnie są przyczyną wielu kłopotów, często już po fakcie zakupu urządzenia.

Obecny poziom techniki i technologii wymusza powstawanie coraz węższych specjalizacji w dziedzinie elektro- i energoelektroniki. Skutkiem tego, wiedza zgromadzona przez firmy doświadczane, oferujące urządzenia markowe, jest nie do przecenienia zarówno dla obecnych, jak i przyszłych użytkowników urządzeń zasilania gwarantowanego oraz projektantów. Współpraca z renomowanymi firmami branży zasilania gwarantowanego już na etapie założenia projektowych coraz częściej staje się koniecznością, w celu prawidłowego doboru urządzeń zasilających i w konsekwencji pokrywania tylko tych kosztów, które wynikają z założen poprawnego technicznego projektu.