

**Antoni DMOWSKI**, Politechnika Warszawska, Instytut Elektroenergetyki  
**Bartłomiej KRAS**, APS Energia

## OGNIWO PALIWOWE W UKŁADACH ZASILANIA POTRZEB WŁASNYCH

### 1. Wstęp

Obecne rozwiązania podtrzymania zasilania obwodów prądu stałego w energetyce opierają się na wykorzystywaniu baterii chemicznych, głównie wykonanych w technologii ołowiowo-kwasowej (zarówno otwartych jak i typu VRLA). Powszechnie stosowane akumulatory kwasowo-ołowiowe wymagają zaawansowanej obsługi, specjalnych prostowników, układów nadzoru oraz po okresie użytkowania, podlegają kosztownym procedurom recyklingu. Również z punktu widzenia ekologii, nie jest to rozwiązanie zadowalające. Pojawienie się ogniwa paliwowego umożliwiło zaprojektowanie układu zasilania prądem stałym z pominięciem wad przedstawionych powyżej rozwiązań. Ogniwo jest w stanie dostarczać energię elektryczną w sposób ciągły, nie generując hałasu, bez spalin i nie wymaga recyklingu.

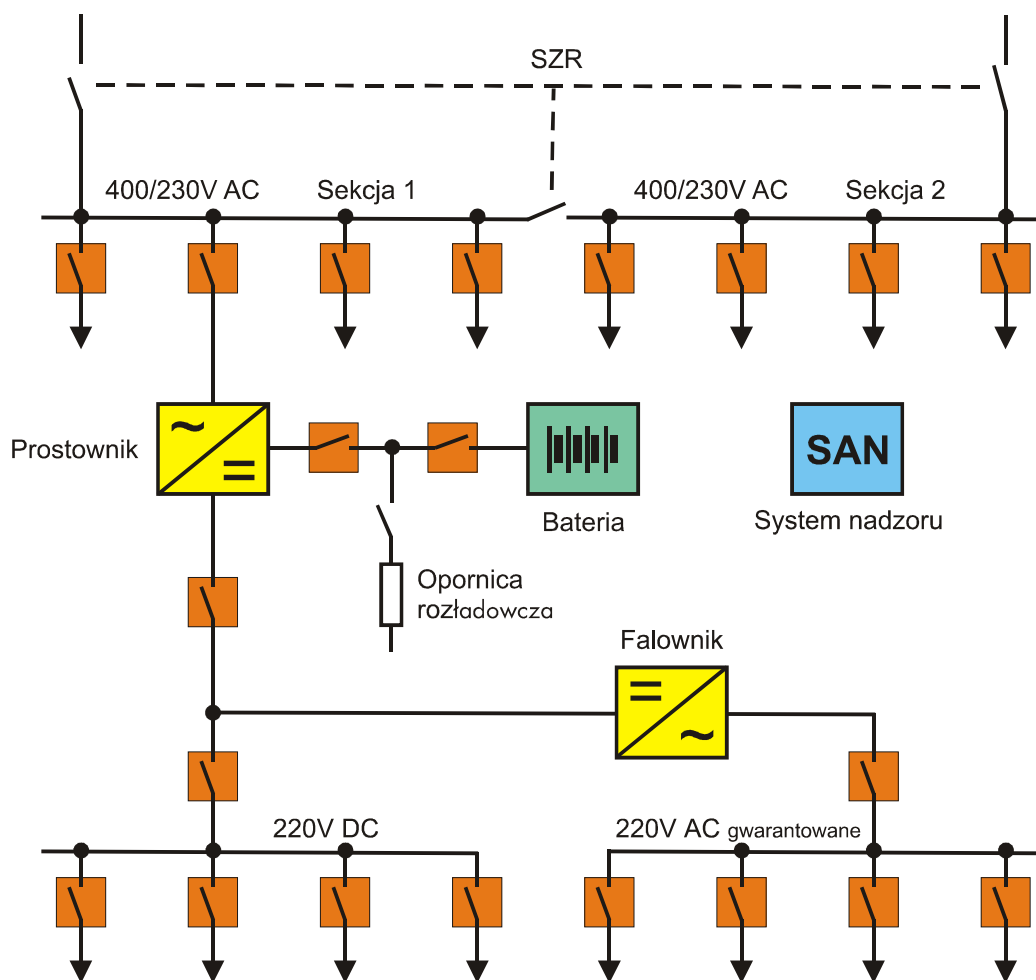
### 2. Założenia systemu

Obecnie stosowane systemy zasilania potrzeb własnych obejmują baterie chemiczne i przetwornice energoelektroniczne. Przykładowy schemat realizacji takiego układu przedstawiony jest na rys. 1.

Pojawienie się ogniwa paliwowego umożliwiło zaprojektowanie układu zasilania prądem stałym z pominięciem wad przedstawionych powyżej rozwiązań. Ogniwo jest w stanie dostarczać energię elektryczną w stanach awaryjnych przy braku lub złej jakości sieci zawodowej. Jest również ekologiczne. Niestety ogniwo paliwowe jest obecnie źródłem, wymagającym specjalnych, energoelektronicznych urządzeń dodatkowych w celu bezpiecznej pracy z wymaganymi parametrami. Posiada ono szereg właściwości chemicznych i elektrycznych, które wymagają kontroli i sterowania. Jedną z głównych cech obecnych ogniw paliwowych jest brak możliwości przeciążenia dynamicznego powyżej mocy znamionowej. W przeciwieństwie np. baterii chemicznej nie można chwilowo przeciążyć ogniwa, aby uzyskać impuls prądowy krótki w czasie np. w celu uzyskania selektywności zabezpieczeń.

Nowoprojektowany system zasilania z ogniwem paliwowym musi więc spełniać następujące założenia:

- szybki start,
- duże przeciążenie,
- długi czas pracy,
- wysoka sprawność,
- możliwość startu w dowolnym momencie,
- zapewnienie przeciążeń dynamicznych,
- zapewnienie selektywności czasowo-prądowej zabezpieczeń,
- ekologia pracy i recyklingu.



Rys. 1. Obecnie stosowany schemat zasilania potrzeb własnych

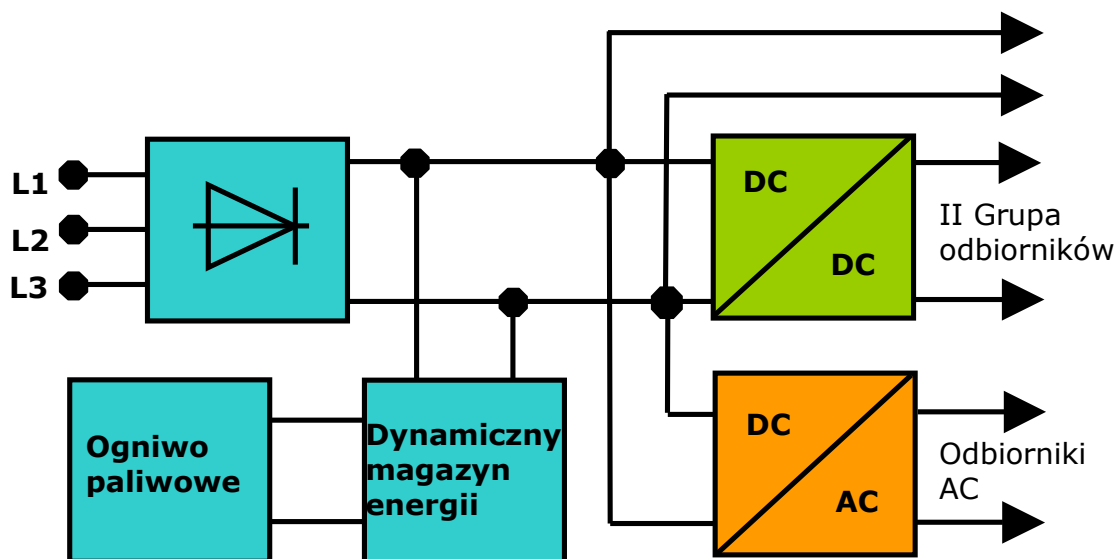
### 3. Budowa systemu zasilania z ogniwo paliwowym

Rozwiązanie tych problemów może być dokonane poprzez zastosowanie układu hybrydowego łączącego ogniwo paliwowe z przetwornicą energoelektroniczną oraz magazynem energii elektrycznej w postaci baterii chemicznej lub superkondensatorem. Układ jest zoptymalizowany pod kątem największej wydajności przy jak najmniejszych elementach wykorzystujących inne chemiczne źródła energii – baterie kwasowe. Ogniwo paliwowe o mocy 10 kW przedstawione zostało na rys. 2.



Rys. 2. Ogniwu paliwowe typu PEM o mocy 10 kW

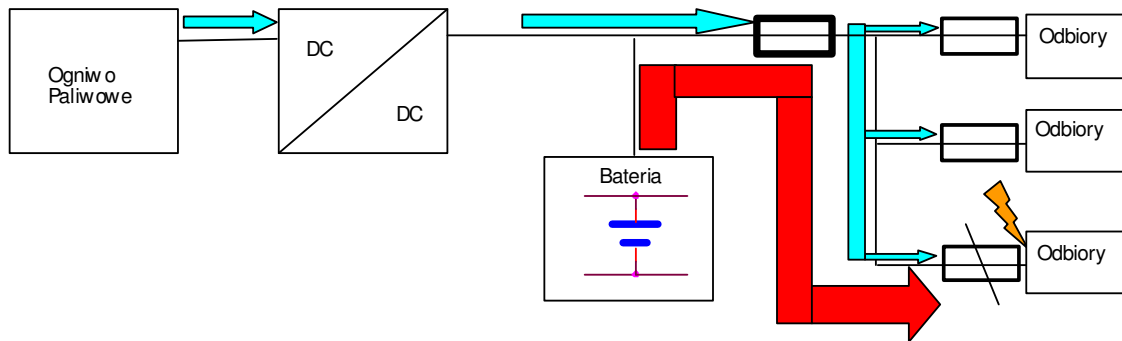
Na rys. 3 został przedstawiony uproszczony schemat zasilania układów potrzeb własnych z wykorzystaniem tego ogniw paliwowych. Duża bateria chemiczna zostanie w nim zastąpiona przez ogniwo paliwowe wraz z dynamicznym magazynem energii.



Rys. 3. Układ zasilania z ogniwem paliwowym

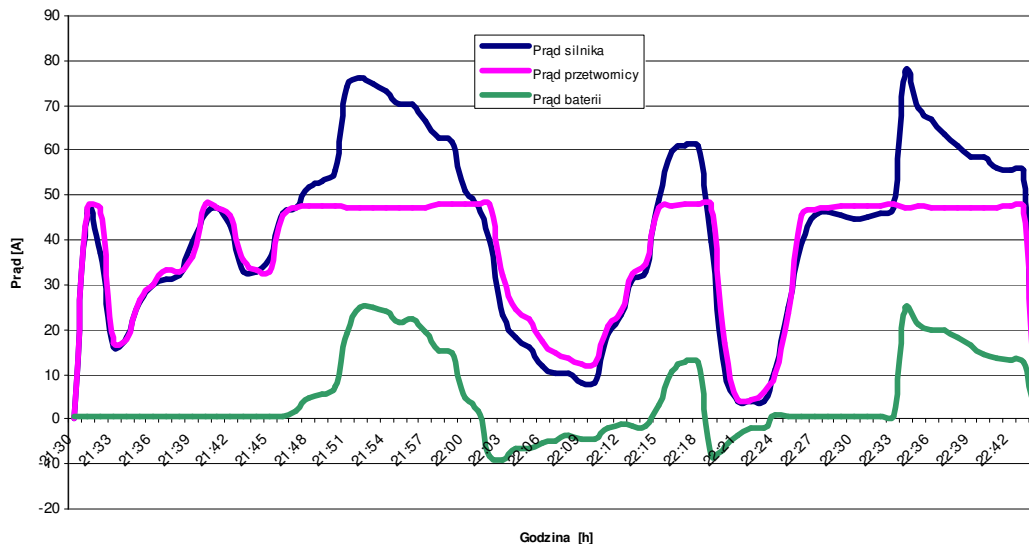
#### 4. Poprawa dynamiki pracy

Ogniwo paliwowe w tym układzie jest głównym źródłem energii podczas pracy awaryjnej. Energia elektryczna przekazywana jest do przetwornicy pośredniczącej, która zapewnia liniowy pobór prądu o zadanej wartości i stabilizowanym napięciu wyjściowym. Na wyjściu przetwornicy zastosowano magazyn energii elektrycznej o parametrach napięciowych dopasowanych do odbiornika i bardzo małej pojemności wystarczającej na impulsowy pobór prądu kilkukrotnie przewyższającego prąd znamionowy ogniwa. Zapewnia to selektywność zabezpieczeń na odbiornikach i możliwość wystąpienia przeciążeń dynamicznych. Schemat działania układu w takim momencie przedstawiony jest na rys. 4.



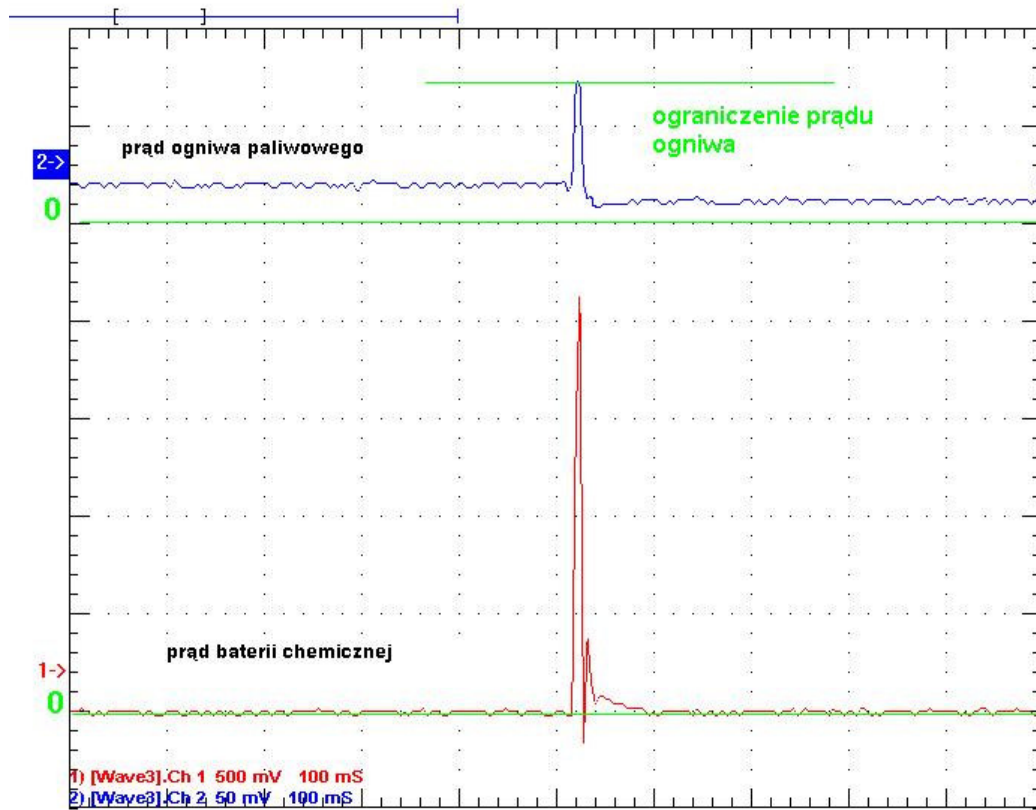
Rys. 4. Działanie systemu podczas zadziałania zabezpieczenia na jednym z odbiorów

Na rys. 5 przedstawione są przykładowe przebiegi prądów podczas pracy z chwilowym przeciążeniem. Podczas takiej pracy nadwyżka energii pobierana jest z dynamicznego magazynu energii, który następnie jest ładowany w okresie pracy z mocą poniżej nominalnej



Rys. 5. Przebiegi prądów podczas przeciążenia układu

Na rys. 6 pokazano oscylogram zadziałania zabezpieczenia selektywnego w układach zasilanych przez ogniwo paliwowe.



Rys. 6. Przebiegi prądów baterii chemicznej i ogniwa paliwowego podczas zadziałania zabezpieczenia w jednym z obwodów obciążenia

#### 4. Wnioski

Zastosowanie ogniw paliwowych wraz z magazynem energii elektrycznej pozwala na zapewnienie zasilania układom potrzeb własnych oraz gwarantuje selektywność czasowo-prądową zabezpieczeń w tym układzie. Dla wszystkich przeciążeń dynamicznych oraz jednostkowych skoków obciążenia (np. wywołane procesami łączeniowymi w odbiorniku lub startem napędów) zapewnione zostały odpowiednie ilości energii o właściwych parametrach.

Wyniki badań oraz analizy pokazują, że w dziedzinie awaryjnego zasilania, zdominowanej ostatnimi laty przez systemy typu UPS z bateriami chemicznymi i agregatami prądotwórczymi można znaleźć nowe rozwiązania, które częściowo eliminują typowe wady układów klasycznych. Ogniwo paliwowe może się stać źródłem energii XXI wieku, a superkondensator idealnym magazynem energii elektrycznej. Połączenie tych dwóch technologii pozwoliło na zaprojektowanie oryginalnego systemu zasilania, który posiada jeszcze jedną cechę: jest ekologiczny w eksploatacji.

## Literatura

- [1] Malko J.: „Stan aktualny i bliskie perspektywy technologii wytwarzania energii elektrycznej”. VI Konferencja „Nowoczesne urządzenia zasilające w energetyce”. Marzec 2003, Elektrownia Kozienice S.A. Świerże Górne.
- [2] Dmowski A., Biczal P., Kras B.: “Stand-alone telecom power system supplied by PEM fuel cell and renewable sources”. International Fuel Cell Workshop 2001, 12-13.11.2001, Kofu, Japan.
- [3] Dmowski A., Biczal P., Kras B.: „Czy ogniwa paliwowe staną się przyszłością elektroenergetyki”. UPS 2001- Nowe podejście do zasilania awaryjnego, Jachranka k/Warszawy, 19-21 listopad 2001.
- [4] Styczyński Z.: “Ogniwa paliwowe. Przyszłość zasilania?” Wiosenna Szkoła Fundacji Steinbeisa”, Odnawialne źródła energii XXI wieku” Magdeburg, 23-24 kwiecień 2001, Niemcy.
- [5] Dmowski A., Kras B.: „Fuel Cell Control System And Power Converters”. Elektrische Energiewandlungssysteme, Magdeburg, maj 2002, Niemcy.