

Piotr BICZEL<sup>1</sup>  
Arkadiusz SADOWSKI<sup>2</sup>

## ZASILANIE PRĄDEM STAŁYM

*Obecne trendy rozwojowe energetyki zmierzają ku wytwarzaniu, przesyłaniu i rozdzielaniu energii z jak największą sprawnością i niskimi kosztami. Jednocześnie, co powoduje zwiększanie kosztów, rosną wymagania i oczekiwania dotyczące jakości energii i niezawodności dostawy. Chwila zastanowienia wystarczy, żeby stwierdzić, że większość domowych odbiorników energii, to odbiory prądu stałego, wyposażone w prostowniki diodowe. Ten rodzaj odbioru stanowi dziś główne źródło zniekształceń w liniach rozdzielczych. Dodatkowym problemem są straty w systemie powodowane przez małe transformatory, zabudowane w odbiornikach i przyłączone na stałe do sieci. Inną zaletą jest ułatwienie dołączania do sieci małych, przydomowych elektrowni, w szczególności odnawialnych. Jest to znacznie ułatwione ze względu na brak konieczności przeprowadzania synchronizacji oraz utrzymywania źródła w synchronizmie. Jednak najważniejszą zaletą przedstawioną w artykule jest znaczna poprawa jakości. Autorzy proponują zamianę wielu małych, pobierających prąd odkształcony prostowników, jednym dużym, który będzie pobierał prąd prawie sinusoidalny.*

### 1 WPROWADZENIE

Wraz z rozwojem gospodarki wzrasta zapotrzebowanie na energię elektryczną oraz wymagania odnośnie jakości i tej energii. Również rozwój rynku energii spowodował wprowadzenie licznych wymogów odnośnie niezawodności dostawy energii i jej jakości. Z drugiej strony coraz więcej nowoczesnych urządzeń to odbiorniki nieliniowe, które generują do sieci prądy wyższych harmonicznych. Rozwój energoelektroniki powoduje, że odbiory elektroniczne coraz większych mocy są przyłączane do sieci dystrybucyjnych. W wypadku urządzeń przemysłowych od pewnego już czasu obserwuje się dbałość odwrotnie instalowanie odbiorników odwrotnie sinusoidalnym poborze prądu. Jednak wciąż są instalowane prostowniki sześciopulsowe wielkich mocy, które są odpowiedzialne za zniekształcenia prądu i napięcia. Cóż zatem mówić o np. starych napędach wyciągowych w kopalniach...

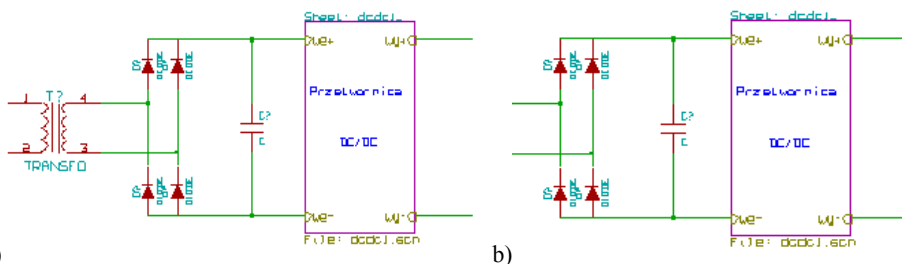
Jednak prawdziwą plagą są dziś małe, jednofazowe odbiorniki nieliniowe, które wszyscy mamy w domach. Ich liczba i sumaryczna moc gwałtownie rośnie, odwrotnie nie jest tu łatwe wprowadzenie jakichś ograniczeń. Telewizory, mikrofalówki, komputery,

---

<sup>1</sup> Politechnika Warszawska, Instytut Elektroenergetyki, 00-662 Warszawa, ul. Koszykowa 75, tel. +48 22 234 7366, biczel@ee.pw.edu.pl

<sup>2</sup> El-Sad. ??? arkadiusz.sadowski@elsad.pl

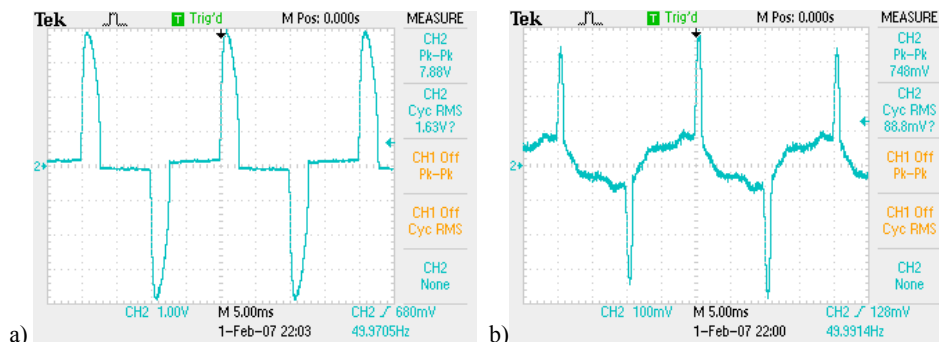
światłówki, kompaktowe i inne, istna egipska plaga spółek dystrybucyjnych. Obecnie sieci rozdzielcze, odwrotnie zwłaszcza transformatory (często już eksploatowane na granicy przeciążenia) są dodatkowo obciążane prądami nieliniowymi.



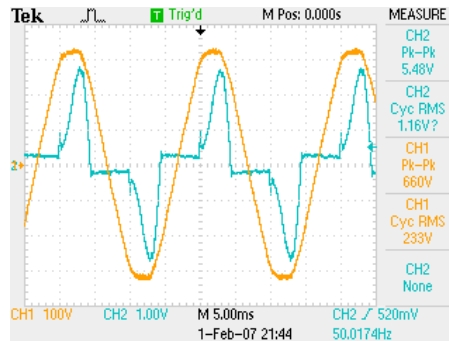
Rys. 1. Schemat typowego prostownika zasilającego urządzenia powszechnego użytku a) z transformatorem, b) bez transformatora

## 2 PRZEKLEŃSTWO DROBNYCH URZĄDZEŃ ELEKTRONICZNYCH

Wymienione wyżej drobne odbiorniki oraz inne – ładowarki akumulatorowe, napędy AGD, urządzenia biurowe (faksy, ksero, drukarki, telefony, monitory, kamery, TV) są odbiorami prądu stałego. Zasilane są z sieci przemiennoprądowej za pośrednictwem układów przedstawionych na Rys. 1. W trakcie pracy telewizor pobiera prąd jak na Rys. 2a), a w czasie czuwania jak na Rys. 2b). Komputer zaś jak na Rys. 3. Mimo że jednostkowa moc tych urządzeń jest niewielka – rzędu kilkunastu, kilkuset watów – ich liczba powoduje, że stosunek mocy zainstalowanej do mocy zwarciowej transformatora 15/0,4 kV jest często niewielki. Amerykańska norma IEEE SM 519-1992 [5] zaleca, aby stosunek ten dla takich odkształceń był większy niż 1000. W praktyce nie jest to często spełnione – transformatory i linie są przeciążone i ulegają przedwczesnemu zużyciu.

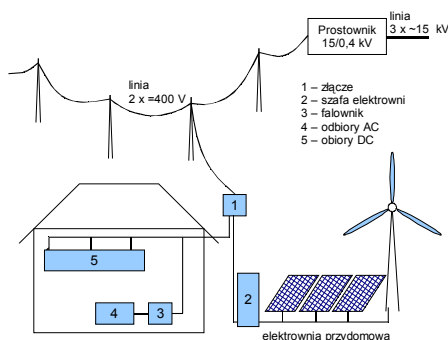


Rys. 2. Prąd pobierany z sieci przez telewizor w stanie a) pracy, b) czuwania

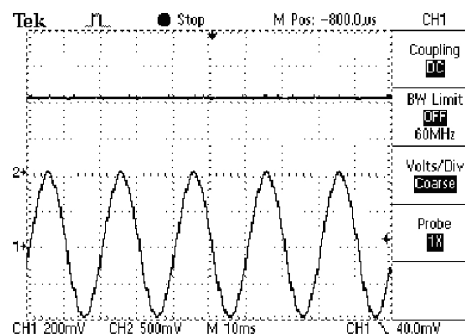


Rys. 3. Prąd pobierany z sieci przez zestaw komputerowy

Inny problem stanowią pozostawione w gniazdkach zasilacze urządzeń z małymi transformatorami. Straty na przemagnesowanie rdzeni szacuje się w UE na 36 TW·h rocznie w domach i 50 TW·h w biurach [1]. Urządzenia takie pobierają prąd jak przedstawiony na rys. Rys. 2b).



Rys. 4. Koncepcja zasilania prądem stałym



Rys. 5. Prąd pobierany z sieci przez nowoczesny prostownik dużej mocy [2]

### 3 PRĄD STAŁY

Rozwiązaniem problemu może być przejście na zasilanie prądem stałym w zakresie niskiego napięcia [4][5]. Koncepcję takiego systemu przedstawia Rys. 4. Linia niskiego napięcia jest zasilana z sieci 15 kV poprzez prostownik dużej mocy o sinusoidalnym poborze prądu (Rys. 5). Dzięki temu system elektroenergetyczny jest obciążony odbiorem prawie linowym. Odkształcenie prądu takiego prostownika jest w granicach 10%.

W pierwszym etapie wprowadzenia zasilania prądem stałym odbiory musiałyby być podłączone poprzez falowniki napięcia. Dalszy rozwój polegałby na stopniowym przechodzeniu do odbiorów wyłącznie stałoprądowych. Możliwość łatwego przyłączenia akumulatorów poprawi niezawodność dostawy energii. Krótkie przerwy w zasilaniu i zapady napięcia nie będą widoczne dla odbiorcy. Otrzymujemy tu strukturę

prostownik-bateria-falownik, charakterystyczną dla układów o podwyższonej niezawodności zasilania (UPS).

#### 4 PODSUMOWANIE

Przejsięcie na zasilanie prądem w stałym zakresie niskiego napięcia może przynieść wiele korzyści, m. in. znaczącą poprawę jakości napięcia. Inne spodziewane korzyści to zwiększenie sprawności, ułatwienie dołączania rozproszonych źródeł energii.

Niestety są pewne problemy, które trzeba rozwiązać. Mimo możliwości wykorzystania istniejącej infrastruktury sieciowej, należy rozważyć takie kwestie jak: zabezpieczenie linii prądu stałego (zwłaszcza od przepięć), ochrona przeciwporażeniowa, zasilanie starych odbiorów przemiennoprądowych, sposób prowadzenia instalacji u odbiorców.

Niemniej są to wyłącznie praktyczne problemy techniczne i ich rozwiązanie jest związane z próbą praktycznej realizacji pomysłu.

#### 5 LITERATURA

1. Bertoldi P.: EU Programmes for Reducing Stand-by Consumption. 1st International Workshop on Standby Power Standby Power: a Global Issue. IEA, Paris: 18-19 January 1999
2. Biczel P.: Przekształtniki energoelektroniczne w generacji rozproszonej. VII Konferencja - Szkoła Elektrotechniki - prądy niesinusoidalne EPN 2006. Łagów 19-21.06.2006, ID51
3. Biczel P., Sadowski A.: *Dystrybucja energii prądem stałym*. X Konferencja Naukowo-Techniczna „Nowoczesne urządzenia zasilające w elektroenergetyce”. Zakopane, 14-16,03,2007
4. Lee Po-Wa, Lee Yim-Shy, Lin Bo-Tao: *Power Distribution Systems for Future Homes*. IEE 1999 International Conference on Power Electronics and Drive Systems, PEDS '99, July 1999, Hong Kong
5. IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems. American National Standard (ANSI). IEEE SM 519-1992, April 12, 1993

## **DIRECT CURRENT SUPPLY**

Nowadays more and more loads became DC current loads. So author's opinion is that DC current low voltage distribution systems need to be developed. Hence some present problems, such as power quality, reliability and efficiency can be avoided. Author's proposition of low voltage distribution system is presented in the paper. Improvement in power quality is described. However, there are some problems with DC systems introduction. The main problem to solve is DC current protection systems, especially against surge.