

Piotr BICZEL¹

Arkadiusz SADOWSKI²

Politechnika Warszawska, Instytut Elektroenergetyki (1)
El-Sad (2)

Symulacja pracy oświetlenia ulicznego zasilanego prądem stałym

Streszczenie. Artykuł przedstawia koncepcję zasilania ciągów oświetlenia ulicznego liniami prądu stałego. Dzięki temu możliwa jest znacząca poprawa współczynnika mocy i sprawności przesyłu energii. Autorzy wykorzystali fakt, że współczesne źródła światła są zasilane przez układy energoelektroniczne. W artykule przedstawiono symulację pracy układu.

Słowa kluczowe: oświetlenie uliczne, prąd stały, dystrybucja energii, współczynnik mocy, modelowanie

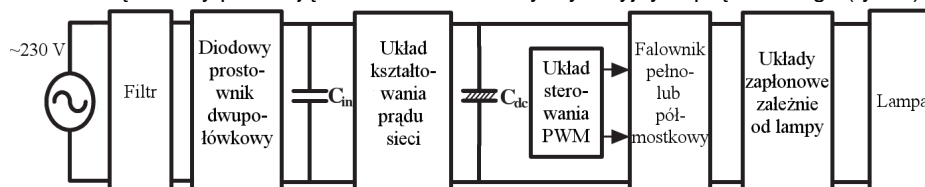
Wprowadzenie

W dobie poszukiwania oszczędności energii elektrycznej poprawa współczynnika mocy oraz ograniczenie strat w układach oświetlenia ulicznego jest dążeniem naturalnym. Autorzy proponują zastosowanie prądu stałego do zasilania lamp ulicznych wyposażonych w zapłonniki energoelektroniczne. Celem zbadania stopnia poprawy współczynnika mocy oraz rozkładu napięć w linii zasilającej ciąg oświetleniowy przygotowano odpowiednie modele symulacyjne układu w programie PSIM.

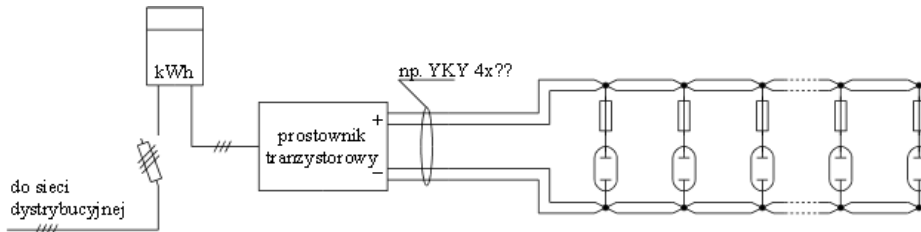
Układ zapłonowy lampy ulicznej

Nowoczesne lampy sodowe i metalohalogenkowe są zasilane poprzez zapłonniki energoelektroniczne (rys. 1). Prąd pobierany przez te urządzenia jest odkształcony. Podobnie, jak prąd pobierany przez domowe lampy energooszczędne. Lampy uliczne ze względu na większą moc są wyposażane w układy kształtowania prądu sieci, których zadaniem jest zmniejszenie odkształcenia prądu pobieranego z sieci i poprawa współczynnika mocy. Topologia omawianych urządzeń wskazuje na możliwość zasilania ich ze źródła prądu stałego. Urządzenia te mogą być bez szkody zasilane prądem stałym.

Dla ograniczenia szkodliwego wpływu ciągów oświetlenia ulicznego na sieć rozdzielczą autorzy postulują zastosowanie linii dystrybucyjnych prądu stałego (rys. 2).



Rys.. 1. Schemat blokowy współczesnego układu zapłonowego lampy ulicznej

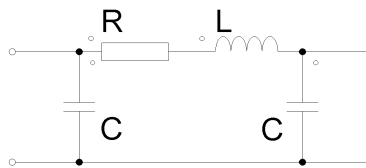


Rys. 2. Schemat proponowanego układu zasilania oświetlenia ulicznego

Model ciągu oświetleniowego z lampami z elektronicznymi zapłonnikami

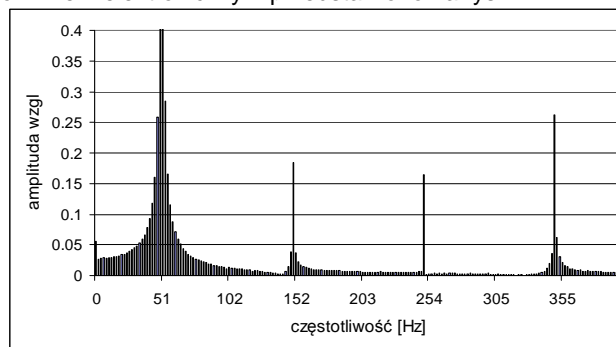
Autorzy rozpatrzyli ciąg oświetleniowy złożony z 15 opraw o mocy 150 W każda ze źródłem światła zasilanym poprzez stabilizatory elektroniczne. Ciąg składał się z lamp położone w odległości ok. 25 m od siebie, zasilanych linią napowietrzną nn. Przygotowano dwa modele takich ciągów: model układu tradycyjnego z równomiernie rozłożonymi lampami w każdej z faz oraz model układu stałoprądowego.

Zastosowano klasyczny model linii elektroenergetycznej, złożony z pojemności, indukcyjności i rezystancji, jak przedstawiono na rys. 3. Zamodelowana linia składa się z trzech modeli linii jednofazowych, połączonych w gwiazdę. Przyjęto parametry typowe dla linii niskiego napięcia: ???



Rys. 3. Model linii zasilającej ciąg oświetlenia ulicznego

Źródło światła wraz z zapłonikiem zamodelowano jako źródło prądu pobieranego z sieci. Widmo prądu, zmierzone przez autorów, pobieranego przez wybraną lampę sodową z zapłonikiem elektronicznym przedstawiono na rys. 4.

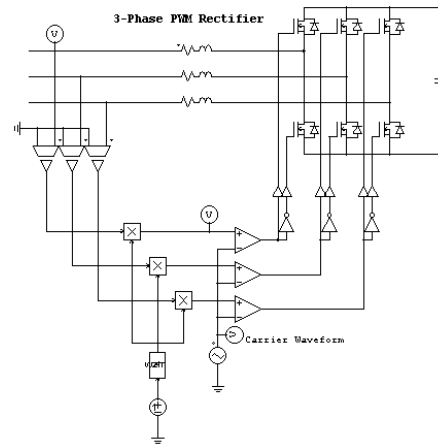


Rys. 4. Widmo prądu pobieranego przez wybraną lampę sodową

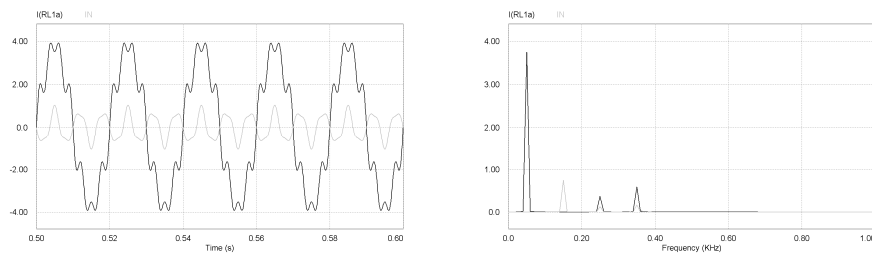
W wypadku modelu układu stałoprądowego przyjęto modeli linii jak wyżej, z tym że każdy biegun ma dwa przewody biegnące równolegle. Zachowano taką samą wartość rezystancji i indukcyjności linii. Źródło światła przedstawiono jako źródło prądu stałego.

Układ stałoprądowy zawiera też model prostownika tranzystorowego VSR (rys. 5). Wyniki pierwszych symulacji przedstawione są na rys. 6 i 7.

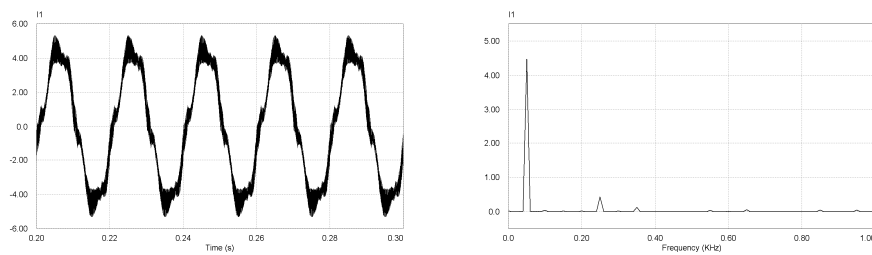
VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012



Rys. 5. Uproszczony model prostownika tranzystorowego VSR



Rys. 6. Prąd przewodu fazowego i neutralnego w modelu przemiennoprądowym oświetlenia



Rys. 7. Prąd przewodu fazowego w modelu stałoprądowym oświetlenia

Współczynnik mocy w punkcie przyłączenia

Główna część badań koncentruje się na zagadnieniu poprawy współczynnika mocy. W przedstawionym przykładzie współczynniki mocy pobieranej z sieci dystrybucyjnej w punkcie przyłączenia ciągu oświetleniowego wynoszą:

- dla systemu przemiennoprądowego – 0,978 ;
- dla systemu stałoprądowego – 0,998

Przy czym autorzy zakładają, że linia prądu stałego będzie zasilana przez prostownik o sinusoidalnym poborze prądu w topologii przekształtnika tranzystorowego zasilanego

ze źródła napięcia (ang. voltage source rectifier, VSR). Szczególnie ważne jest, że nie wykorzystuje się tu przewodu zerowego. Nie płynie więc w nim prąd.

Podsumowanie

Dzięki wprowadzeniu zasilania temu linia dystrybucyjną prądu stałego, zasilaną z prostownika o sinusoidalnym poborze prądu, linia oświetlenia byłaby:

- obciążona symetrycznie,
- prądem wyłącznie o składowej czynnej,
- skompensowana ze względu na pojemność kabla,
- możliwy byłby udział w regulacji mocy biernej

Zaproponowana przez autorów innowacja ma na celu poprawę efektywności energetycznej ciągów oświetlenia ulicznego przez poprawę współczynnika mocy oraz sprawności układu zasilania ciągu lamp. Na obecnym etapie prac koncepcja wymaga dalszego uściślenia, szczególnie ważny jest odpowiedni dobór prostownika, a modele urządzeń dalszego udoskonalenia.

Proponowane rozwiązanie ma również wady. Przede wszystkim konieczne jest stosowanie droższych zabezpieczeń nadprądowych, przystosowanych do prądu stałego, oraz zabezpieczeń przeciwprzepięciowych.

Literatura

1. Biczel P., Sadowski A., Zasilanie prądem stałym. V Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna „MITEL 2008” Materiały i Technologie w Elektrotechnice. Gorzów Wlkp. 9-11.04.2008.
2. Nilsson D., Sannino A., Efficiency analysis of low- and mediumvoltage dc distribution systems. IEEE Power Engineering Society General Meeting, 6-10 June 2004
3. Sincero, G.C.R.; Franciosi, A.S.; Perin, A.J.; , "A 250 W high pressure sodium lamp high power factor electronic ballast using an ac chopper," European Conference on Power Electronics and Applications 2005
4. Ponce-Silva, M.; Luna, D.B.; Juarez, M.A.; , "Integrated square waveform electronic ballast with high efficiency and high power factor for high pressure sodium lamps," Power Electronics Specialists Conference, 2008. PESC 2008. IEEE , vol., no., pp.2851-2856, 15-19 June 2008

Autorzy: dr inż. Piotr Biczel Instytut Elektroenergetyki Politechniki Warszawskiej, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, e-mail: biczel@ee.pw.edu.pl; mgr inż. Arkadiusz Sadowski, El-Sad, ul. Zielna 2C, 05-402 Otwock, e-mail: biuro@elsad.pl