



1. Tytuł projektu:

Algorytmy Sterowania Przekształtników Energoelektronicznych w Bipolarnych, Stałoprądowych Sieciach Niskiego Napięcia (LVDC)

2. Słowa kluczowe

Energoelektronika, sieci prądu stałego, przekształtniki DC-DC

3. Instytucja finansująca (nr umowy)

Rada Naukowa Dyscypliny AEE (porozumienie z dn. 10.07.2020)

4. Okres realizacji

01.07.2020-31.12.2021

5. Dofinansowanie (w tym w 2021)

49 992,00

6. Partnerzy

-

7. Kierownik projektu

mgr inż. Radosław Kot

8. Zespół projektowy

mgr inż. Radosław Kot

9. Cel projektu (max. 1000 znaków)

Głównym celem projektu jest opracowanie algorytmu sterowania symetryzacji mocy w bipolarnej sieci dla dwukierunkowych przekształtników DC-DC i z wykorzystaniem istniejących w niej źródeł odnawialnych i magazynów energii. Celem pośrednim jest wykorzystanie aparatu matematycznego wykorzystywanego przy opisie obwodów trójfazowych w sieciach AC w celu opracowania modelu bipolarnej sieci DC i algorytmu sterowania przekształtnika.

10. Streszczenie (max. 1 strona)

Szybki rozwój generacji rozproszonej opartej o odnawialne źródła energii, wzmógł zainteresowanie sieciami DC niskiego napięcia (ang. Low Voltage DC, LVDC) jako lokalnych sieci rozdzielczych i mikrosieci. Wśród wielu sektorów gospodarki, sieci te już znajdują coraz szersze zastosowanie w budownictwie niskoemisyjnym i stacjach ładowania pojazdów elektrycznych. Należy przy tym zwrócić uwagę, że znaczna część odbiorników (oświetlenie, ogrzewanie, elektronika użytkowa) może być zasilana z sieci DC, a dodatkowy, wymuszony stopień przetwarzania AC-DC pogarsza jedynie ich ogólną efektywność energetyczną. Ponadto, odbiorniki zasilane prądem przemiennym (np. napędy) w większości przypadków i tak wymagają dodatkowego stopnia konwersji poprzez przekształtnik DC-AC, pozwalający na dopasowanie amplitudy i częstotliwości napięcia do warunków pracy. Zainteresowanie wykorzystaniem sieci DC niskiego napięcia przełożyło się również na rozwój norm i standardów opisujących różne aspekty rozdzielczych sieci LVDC, w tym przede wszystkim klasyfikację ze względu na wartość napięcia oraz bezpieczeństwo i eksploatację. Sieci prądu stałego występują w dwóch konfiguracjach: mono- i bipolarnej. Sieć bipolarna składa się z trzech przewodów czynnych. W literaturze wprowadza się analogię do wielofazowych sieci prądu przemiennego. Ma to na celu uproszczenie terminologii i ułatwienie wprowadzenia nowej technologii w oparciu o znany aparat pojęciowy. Mowa wtedy o układzie dwufazowym (fazy L+, L-), w którym napięcia "fazowe", odniesione są do punktu wspólnego N lub "przewodu neutralnego". Ma to również znaczenie przy definiowaniu układów sieciowych (TT, TN lub IT). Obecne standardy określają sieci bardzo niskiego napięcia ELV (do 120 V DC) oraz sieci niskiego napięcia LV (do 1500 V DC). Wartości napięć wg standardu NPR 9090:2018 NL w sieci LV zostały przyjęte jako: 350, 700 i 1400 V, mieszcząc się w przedziale od 120 do 1500 V. Dodatkowo, wartości te nie mają odpowiedników w sieciach AC, co potencjalnie ułatwia ich identyfikację i zwiększa bezpieczeństwo eksploatacji. Jednym z popularnych rozwiązań jest sieć DC +/- 350 V, w którym zakłada się wykorzystanie istniejącej infrastruktury dystrybucyjnej 230/400 V, a przede wszystkim przewodów, cztero- i pięciożyłowych. W obu przypadkach wykorzystane są przewody L+, L-, N, PE, z tym że dla kabla pięciożyłowego dwa przewody pełnią funkcję przewodu N.

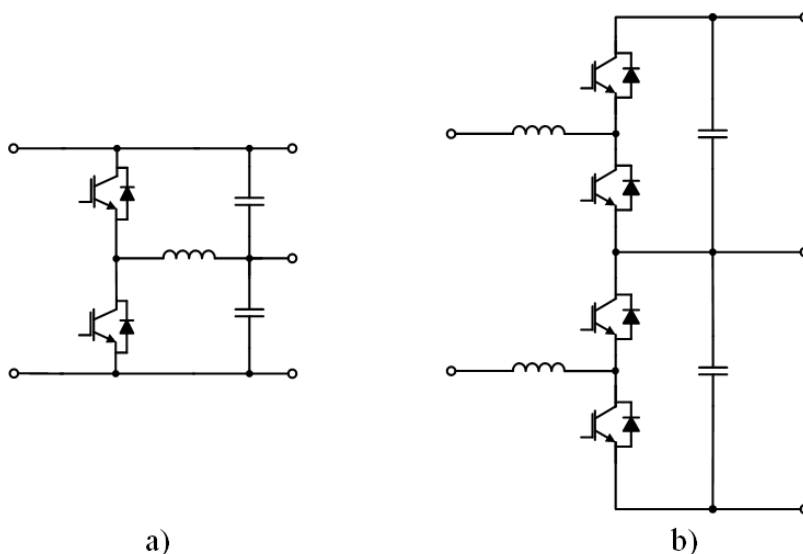
Bipolarne sieci DC wymagają kontrolowania dwóch napięć względem przewodu neutralnego. Należy zaznaczyć, że wartości napięć przewodów "fazowych" nie muszą być równe co do modułu, co oznacza możliwość wykorzystania sieci o dwóch różnych poziomach napięć względem punktu wspólnego. Zapewnienie stabilnych napięć zasilających w bipolarnej sieci DC wymaga zastosowania odpowiedniej topologii przekształtnika rozdzielczego i algorytmu sterowania. Podstawowe topologie takich układów to przekształtniki dwukierunkowe DC-DC, które dla odpowiednich stanów łączników mają możliwość wymuszenia prądu przewodu "neutralnego" w obu kierunkach. Topologia trójpoziomowa przekształtnika pozwala na symetryzację obciążenia z wykorzystaniem dodatkowego źródła energii. Pozwala to na wykorzystanie już istniejących elementów sieci do symetryzacji obciążenia i tym samym na wyodrębnienie tej funkcji z algorytmu sterowania przekształtnika rozdzielczego.

11. Dotychczasowe osiągnięcia (max 2000 wyrazów)

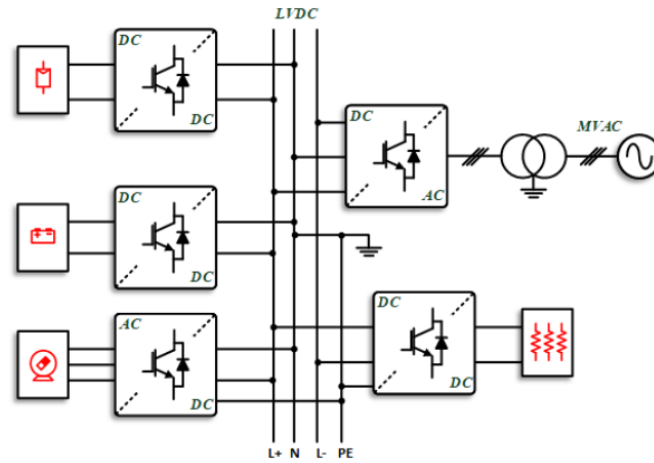
W trakcie dotychczasowych prac wykonano opis matematyczny napięć bipolarnej sieci z wykorzystaniem zmodyfikowanej transformacji Clarke. Zbudowano model symulacyjny bipolarnej sieci rozdzielczej z przekształtnikiem wyrównawczym. Opracowano pierwszą wersję algorytmu sterowania, w którym wykorzystano powyższą transformację do estymacji napięcia zaburzeń wspólnych w sieci.

12. Publikacje

13. Materiały graficzne



Rys. Podstawowe topologie dwukierunkowych przekształtników DC-DC służących do wyrównywania napięć i symetryzacji prądów sieci DC: a) topologia dwupoziomowa b) topologia trójpoziomowa.



Rys. Przykład bipolarnej, czteroprzewodowej sieci DC.



Rys. Trójpoziomowy przekształtnik DC-DC