



1. Tytuł projektu:

Uniwersalne algorytmy regulacji prądu dla energoelektronicznych przekształtników sieciowych AC/DC odporne na zaburzenia własne i zaburzenia napięcia sieci elektroenergetycznej

2. Instytucja finansująca (nr umowy)

Narodowe Centrum Nauki (UMO-2018/31/B/ST7/00954)

3. Okres realizacji

11.07.2019-10.07.2022

4. Dofinansowanie (w tym w 2021)

1 278 540,00

5. Partnerzy

-

6. Kierownik projektu

Prof. dr hab. inż. Mariusz Malinowski

7. Zespół projektowy

prof. dr hab. inż. Mariusz Malinowski,

dr inż. Sebastian Styński,

mgr inż. Tomasz Świąchowicz,

dr inż. Piotr Falkowski,

mgr inż. Kamil Moźdzyński.

8. Cel projektu (max. 1000 znaków)

9. Streszczenie (max. 1 strona)

Zapotrzebowanie na energię elektryczną wciąż rośnie i trend ten będzie utrzymany w przyszłości (1.2% rocznie). Odnawialne źródła energii (OZE) w kolejnych latach będą sukcesywnie zastępować przestarzałe i szkodliwe dla środowiska technologie wytwarzania energii. Jednakże oddziaływanie takiego systemu elektroenergetycznego i wzrastającej liczby rozproszonych źródeł energii jak również niestabilnych odbiorników potęguje problemy związane z zapewnieniem odpowiedniej jakości energii i ciągłości dostaw. Niska jakość energii wynika ze stałych i okresowych zaburzeń napięcia takich jak: wahania, zapady i skoki, przerwy w zasilaniu, stany przejściowe (pojawiające się chwilowo podczas załączania i rozłączania elementów sieci elektroenergetycznej), asymetria napięć, czy też zawartość wyższych harmonicznych, jak również jest wynikiem wysokiej i zmiennej w czasie impedancji systemu energoelektronicznego w punkcie przyłączenia. Zaburzenia te mają nieprzewidywalny charakter pod względem czasu wystąpienia, czasu trwania oraz typu. Jeśli napięcie zasilające odbiornik elektryczny zawiera któreś z wymienionych zaburzeń to odbiornik może pracować nieprawidłowo, co prowadzi do skrócenia cyklu życia lub jego uszkodzenia. To z kolei prowadzi do konieczności poniesienia dodatkowych kosztów związanych z zabezpieczaniem urządzeń przed negatywnym wpływem niskiej jakości napięcia zasilającego.

W ostatnim czasie sieci elektroenergetyczne są stopniowo rozwijane poprzez zastosowanie przekształtników energoelektronicznych (PE) umożliwiających odpowiednie dostosowanie parametrów przetwarzanej energii do standardów obowiązujących w danej sieci dystrybucyjnej. Dla wybranej topologii PE wykorzystywane są dedykowane metody regulacji prądu (MRP) odpowiedzialne głównie za stabilną i niezawodną pracę. Znane z literatury MRP PE mają mocno ograniczony zakres pasma regulacji tylko do podstawowej harmonicznej prądu. Stąd też wiele z występujących zaburzeń napięcia sieci elektroenergetycznej może powodować niewłaściwe działanie, utratę stabilności a w efekcie nawet awarię PE. Rozszerzenie pasma regulacji możliwe jest poprzez dodanie dodatkowych członów regulacji kompensujących niepożądane zaburzenia, co jest jednym z najczęściej omawianych w literaturze naukowej tematów w obszarze energoelektroniki na przestrzeni ostatnich lat. Jednak dodatkowe człony regulacyjne, dedykowane dla każdego z typów zaburzeń, mogą nie tylko kompensować niepożądane zniekształcenia, ale wchodzić we wzajemną interakcję i niestety wpływać negatywnie na działanie innych członów regulacji.

Stąd też, pomimo wielu aktualnych publikacji poświęconych tym zagadnieniom, wyraźnie brakuje jednego idealnego rozwiązania dotyczącego prostej MRP bazującej na połączeniu podstawowej struktury regulacji prądu z pojedynczym dodatkowym członem kompensującym, która będzie odporna na zaburzenia własne i zaburzenia napięcia sieci elektroenergetycznej.

Nowatorski charakter badań skoncentrowany będzie na kompleksowej analizie i dekompozycji na składowe symetryczne różnego rodzaju zaburzeń napięcia sieci i zakłóceń wprowadzanych przez PE oraz metod ich kompensacji dla niskiej jak i wysokiej częstotliwości próbkowania. Wyniki powyższej analizy poparte wynikami symulacji mają dostarczyć szczegółowych informacji na temat rodzaju i pasma regulacji, spektrum częstotliwości określonych typów zaburzeń oraz sposobu, w jaki znane metody kompensacji (człony kompensujące) je eliminują. Tak złożona i kompleksowa analiza różnych typów zaburzeń z dokładnym wyjaśnieniem zasad ich kompensacji w celu opracowania



dedykowanego członu kompensującego nie była do tej pory dokonana. W wyniku jej przeprowadzenia powstanie szczegółowy opis i wytyczne do opracowania nowatorskiego, kompleksowego członu kompensacji zapewniającego odporność PE – niezależnie od liczby faz – na zaburzenia własne i zaburzenia napięcia sieci elektroenergetycznej i zdolność do pracy w szerokim zakresie częstotliwości próbkowania bez negatywnego oddziaływania w zakresie nadmiernej kompensacji lub wzmocnienia zaburzeń, dla których nie było to zamierzone. Na podstawie wyników tej analizy opracowany zostanie układ do kompensacji niemal pełnego zakresu możliwych zaburzeń, który cechować będzie prostota, uniwersalność i przede wszystkim niezawodność.

W ramach prac badawczych zostaną opracowane modele symulacyjne przekształtników sieciowych AC/DC jedno i wielofazowych zarówno dla niskich częstotliwości próbkowania (5-10 kHz), jak i wysokich (100 kHz). Następnie przeprowadzona zostanie kompleksowa analiza dekompozycji na składowe symetryczne różnych typów zaburzeń oraz metod ich kompensacji. Na podstawie wyników analizy opracowany zostanie nowatorski, kompleksowy człon kompensacji zapewniający odporność PE – niezależnie od liczby faz – na zaburzenia własne i zaburzenia napięcia sieci elektroenergetycznej w szerokim zakresie zmian częstotliwości próbkowania. Następnie, zostaną przeprowadzone badania symulacyjne opracowanej uniwersalnej MRP przy różnych typach zaburzeń napięcia sieci elektroenergetycznej. Zadanie to obejmie analizę porównawczą i weryfikację wyników symulacji w zakresie skuteczności kompensacji określonych typów zaburzeń w porównaniu do znanych metod ich kompensacji (członów kompensujących) – powinny zapewnić nie gorszą jakość prądu i odpowiedź dynamiczną. Na koniec przeprowadzona zostanie weryfikacja eksperymentalna opracowanej uniwersalnej MRP przy różnych typach zaburzeń napięcia sieci na zbudowanym w ramach projektu stanowisku laboratoryjnym. Zadanie będzie skoncentrowane na analizie wyników eksperymentalnych i weryfikacji opracowanych algorytmów sterowania.

10. Dotychczasowe osiągnięcia (max 2000 wyrazów)

11. Publikacje

12. Materiały graficzne

Acknowledgements / Podziękowania

The studies were financially supported from the project UMO-2018/31/B/ST7/00954 funded by The National Science Centre/ Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr UMO-2018/31/B/ST7/00954 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki



Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej



**Politechnika
Warszawska**

