

Abstrakt

Globalna transformacja energetyczna w kierunku odnawialnych i zrównoważonych źródeł energii znacząco zwiększyła liczbę systemów wykorzystujących panele fotowoltaiczne, turbiny wiatrowe czy magazyny energii. Wszystkie te systemy wymagają przekształtników energoelektronicznych, które umożliwiają efektywny przesył energii między źródłem a siecią elektroenergetyczną. Kluczowym wyzwaniem jest zapewnienie, że przekształtniki te działają bezpiecznie, niezawodnie i z wysoką wydajnością – nawet w warunkach zmiennego lub słabego zasilania.

Projekt koncentruje się na opracowaniu inteligentnej i ekonomicznej metody sterowania dla przekształtnika sieciowego wyposażonego w filtr LCL. Filtr ten poprawia jakość energii oddawanej do sieci, ale jednocześnie wprowadza złożoność dynamiczną, szczególnie gdy indukcyjności filtra są asymetryczne – co często ma miejsce w słabych lub wiejskich sieciach elektroenergetycznych. Dodatkowym utrudnieniem jest występowanie tzw. zachowania nieminimum fazowego (NMP), które powoduje, że początkowa reakcja systemu jest odwrotna do oczekiwanej, co utrudnia jego stabilne sterowanie.

Aby rozwiązać te problemy, projekt zakłada zastosowanie predykcyjnego sterowania modelowego (MPC) – zaawansowanej metody, która przewiduje przyszłe zachowanie systemu i dostosowuje sygnały sterujące w czasie rzeczywistym. Innowacją proponowaną w projekcie jest użycie wspólnego pomiaru prądu, który za pomocą jednego czujnika pozwala jednocześnie monitorować prądy po stronie przekształtnika i sieci. To uproszczenie obniża koszty i zwiększa odporność systemu na zmienne warunki zasilania.

Badania będą prowadzone w dwóch głównych etapach. Najpierw zostanie opracowany model systemu w środowisku MATLAB/Simulink, a jego zachowanie zostanie potwierdzone za pomocą symulacji i testów eksperymentalnych. Następnie zostanie opracowany i wdrożony algorytm sterowania predykcyjnego działający zarówno w trybie inwertera (oddawanie energii do sieci), jak i prostownika (pobór energii z sieci).

Oczekiwane rezultaty obejmują:

- Poprawę stabilności i dynamicznej reakcji przekształtnika w realistycznych warunkach pracy.
- Opracowanie rozwiązania o niskim zapotrzebowaniu obliczeniowym, możliwego do zastosowania w niedrogich mikrokontrolerach.
- Zwiększenie możliwości integracji odnawialnych źródeł energii z siecią przy jednoczesnym obniżeniu kosztów.

Projekt łączy nowoczesną teorię sterowania z praktycznym wdrożeniem inżynierskim i może znacząco przyczynić się do rozwoju inteligentnych sieci energetycznych, rozproszonych systemów energetycznych oraz domowych instalacji energetycznych.