

# Streszczenie

Niniejsza praca poświęcona jest zagadnieniom sterowania przekształtników energoelektronicznych sprzęgniętych z systemem energetycznym. Szczególny nacisk położono na poprawę jakości działania klasycznych algorytmów sterowania VOC oraz DPC pracujących przy zaburzonej napięciu sieci. W pracy opisano szereg technik oraz metod kompensacji zmniejszających negatywny wpływ zaburzeń występujących w systemie elektroenergetycznym na działanie urządzeń energoelektronicznych.

W pierwszej części pracy przedstawiono podstawową klasyfikację metod sterowania przekształtników sieciowych oraz ich ogólny opis. Następnie szczegółowo zaprezentowano dwie podstawowe metody sterowania VOC i DPC, na bazie których omawiane są różne techniki kompensacji. Omówiono również wpływ zaburzeń występujących w sieci na te metody sterowania.

W drugiej części pracy omówiono zjawisko zapadów i zaników napięcia w SEE oraz przeanalizowano jego wpływ na moce czynną i bierną. Następnie przedstawiono sposób zmniejszenia negatywnego wpływu zaburzeń na pracę algorytmu DPC polegający na wyznaczeniu chwilowych wartości mocy czynnej i biernej na podstawie składowej zgodnej oraz dodawaniu składowej przeciwnej do sygnału wyjściowego. Do wyznaczenia składowej zgodnej i przeciwnej zastosowano nową metodę generacji sygnału ortogonalnego bazującego na strukturze filtra grzebieniowego połączonego z członem całkującym sygnał okresowy o zadanej częstotliwości. Omówiono zostały charakterystyki częstotliwościowe oraz transmitancje operatorowe proponowanego układu. Omówiono sposób integracji zaproponowanej metody z algorytmem DPC oraz VOC. Przedstawione zostały wyniki badań symulacyjnych.

W kolejnym etapie skupiono się na zaburzeniach wyższymi harmonicznymi występującymi w napięciu sieci. Analogicznie w tym przypadku przeprowadzono analizę wpływu wyższych harmonicznych na moce czynne i bierne oraz na napięcie w obwodzie pośredniczącym. Następnie opisana została dwie metody kompensacji wyższych harmonicznych prądów fazowych przekształtnika. Jedna wykorzystuje transformacje do wirujących układów współrzędnych. Druga metoda polega na zastosowaniu regulatorów rezonansowych strojonych do częstotliwości wyższych harmonicznych, które mają być ograniczone. Ta metoda może być zaimplementowana zarówno w stacjonarnym układzie współrzędnych jak i wirującym z częstotliwością podstawowej harmonicznej napięcia układzie współrzędnych. Przedstawiono również zalety i wady obydwu implementacji. Poruszone zostało również problemy kompensacji wyższych harmonicznych w połączeniu z filtrem LCL. Przedstawiono dwa możliwe rozwiązania zapewniające lepszą jakość kompensacji gdy czujniki prądu są umieszczone od strony przekształtnika.

Istotnym aspektem jest również wpływ zaburzeń na algorytm synchronizacji tzw. PLL z napięciem sieci, który wyznacza aktualny kąt wektora napięcia sieci niezbędny przy wykonywaniu transformacji układów współrzędnych, oraz składowe  $d$  i  $q$  tego napięcia. Przedstawiona została metoda synchronizacji z wykorzystaniem zaproponowanej metody generacji składowej ortogonalnej. Wykonane zostały analizy porównawcze z innymi znanymi metodami synchronizacji.

W kolejnym rozdziale poruszona została problematyka wpływu zaburzeń mocy w SEE na napięcie w obwodzie pośredniczącym prądu stałego przekształtnika. Zauważono, że największy wpływ mają tu harmoniczne niskiego rzędu. Druga harmoniczna powodowana przez niesymetrię napięć sieci jest w tym przypadku najbardziej krytyczna powodując największe oscylacje napięcia DC. Dlatego zaproponowano metodę ograniczenia tętnień mocy czynnej a tym samym tętnień napięcia DC poprzez dopuszczenie do niesymetrii prądów fazowych.

Ostatnim poruszonym zagadnieniem jest bezczujnikowa praca rozbudowanych o różne bloki kompensacyjne algorytmów sterowania. Algorytmy bezczujnikowe odnoszą się do ograniczenia lub eliminacji wybranego lub wybranych czujników. W tym przypadku ograniczona została liczba czujników napięcia sieci.

Praca zakończona jest podsumowaniem i wnioskami końcowymi. Istotna część przedstawionych w pracy rozwiązań została wdrożona w przemyśle w ramach kilku projektów badawczo rozwojowych, a koncepcja modułowej metody sterowania została zastrzeżona patentem (pat. nr. PL410949-A1).

**Słowa kluczowe:** Metody Synchronizacji, Kompensacja Wyższych Harmonicznych, Kompensacja Zapadów Napięcia, Stabilizacja Napięcie w Obwodzie Pośredniczącym, Modułacja Szerokości Impulsów, Modułacja Wektora Przestrzennego, Regulator Proporcjonalno Rezonansowy, Sterowanie Zorientowane Napięciowo, Bezpośrednie Sterowanie Mocą, Jakość Energii Elektrycznej.