

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
WYDZIAŁ AUTOMATYKI, ELEKTRONIKI
I INFORMATYKI
KATEDRA ELEKTRONIKI, ELEKTROTECHNIKI
I MIKROELEKTRONIKI



Politechnika
Śląska

Rozprawa doktorska

Redukcja zniekształceń napięcia wyjściowego
falowników napięcia przeznaczonych do systemów UPS
dla normatywnych obciążeń

mgr inż. Łukasz Dyga

Promotor:

prof. dr hab. inż. Zbigniew Rymarski

Promotor pomocniczy:

dr inż. Krzysztof Bernacki

Gliwice 2022

Streszczenie rozprawy doktorskiej „Redukcja zniekształceń napięcia wyjściowego falowników napięcia przeznaczonych do systemów UPS dla normatywnych obciążeń”

Falowniki napięcia to jedne z podstawowych komponentów wchodzących m.in. w skład systemów bezprzerwowego zasilania UPS. Typowe obciążenia falowników napięcia to obciążenie typu rezystancyjnego (statyczne lub też dynamiczne) oraz obciążenie nieliniowe prostownikowe RC. Jakość dostarczanego napięcia wyjściowego przez VSI jest uregulowana w oparciu o normy takie jak : PN EN 62040:3, IEEE-519. Topologia, ilość faz, obciążenie oraz przeznaczenie falowników DC/AC stawia wiele wyzwań jeśli chodzi o dostarczenie dobrej jakości napięcia wyjściowego spełniającego kryteria norm i poprawiających sprawność całego systemu.

W rozprawie przedstawiono nowatorskie metody sterowania falowników jedno i trójfazowych w oparciu o model wykorzystujący pełny mostek H. Tylko kompleksowe podejście oparte na modelu wykorzystujące układ regulacji typu wielowejsiowego MISO jest w stanie zagwarantować napięcie wyjściowe o jakości wskazanej przez normy. Zmienne wejściowe takiego sterowania to napięcie wyjściowe, prąd dławika oraz prąd obciążenia. W rozprawie przedstawiono wyższość metod regulacji MISO (Multi-Input Single-Output) w stosunku do SISO (Single-Input Single-Output) w odniesieniu do sterowań z pętlą sprzężenia zwrotnego w tym sterowań predykcyjnych. Zaproponowano dwie zmodyfikowane metody sterowania oparte na metodologii – MPC (Model Predictive Control) oraz PBC (Passivity Based Control). Podczas procesu implementacji sprzężenia zwrócono uwagę na redukcję zniekształceń napięcia wyjściowego przy jednoczesnym odpowiednio szybkim reagowaniu na zmiany parametrów (ocena wielkości przeregulowania i czasu dojścia do stanu ustalonego). Proces redukcji zniekształceń za pomocą regulacji poprzedzono odpowiednim doбором filtra wyjściowego $L_F C_F$, mającego za zadanie redukcję zniekształceń w zakresie wyższych częstotliwości niż częstotliwość graniczna filtra, która jest mniejsza niż $f_c/2$, gdzie f_c to częstotliwość przełączania.

Wykorzystując zasady przepływu energii wykorzystano zaawansowane sterowanie falownikiem współpracującym z sieć impedancyjną i ładowanie akumulatora w stanach nie zwarciovych jako jedną z metod ograniczenia zniekształceń napięcia wyjściowego, a zarazem utrzymania maksymalnego punktu pracy MPP panelu fotowoltaicznego wykorzystując do tego symulator ogniw PV i sieć qZ-Source.

W ramach pracy zaproponowano również dodatkowy współczynnik określający jakość napięcia wyjściowego w oparciu o analizę sygnału w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej. Wskaźnik ten może być traktowany jako dopełnienie innych współczynników określających jakość napięcia wyjściowego takich jak procentowa zawartość współczynnika zniekształceń napięcia wyjściowego THD_v , czas dojścia do stanu ustalonego lub też wielkość przeregulowania wskazanych przez normę. Zaletą takiego rozwiązania jest uniwersalność i niezależność od typu obciążenia co w znaczącym stopniu ułatwia proces projektowy. Wykorzystując ciągłą transformatę falkową CWT w oparciu o falkę Morse'a jesteśmy dodatkowo w stanie zlokalizować największe zniekształcenia napięcia wyjściowego.