

SPIS TREŚCI

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ.....	11
WYKAZ WAŻNIEJSZYCH SKRÓTÓW.....	16
1. WPROWADZENIE.....	19
1.1. Tematyka pracy.....	19
1.2. Cel i zakres rozprawy.....	28
2. ZAGADNIENIA PROJEKTOWE JEDNOFAZOWYCH INWERTERÓW NAPIĘCIA.....	30
2.1. Analiza widma napięcia wyjściowego inwertera z modulacją SWPWM.....	30
2.2. Metody optymalizacyjne modulacji przebiegu impulsowego.....	32
2.3. Wstępny podział inwerterów napięcia.....	34
2.4. Modulacja sygnału PWM ze stałą częstotliwością sygnału modulowanego.....	36
2.4.1. Cel analizy modulacji PWM ze stałą częstotliwością sygnału modulowanego.....	36
2.4.2. Wprowadzenie do dwu- i trzypoziomowej modulacji PWM.....	37
2.4.3. Wprowadzenie do naturalnej i regularnej modulacji PWM jedno- i dwuzboczowej.....	40
2.4.4. Technika eliminacji harmoniczných z wykorzystaniem modulacji regularnej.....	46
2.5. Widmo niefiltrowanego sygnału PWM ze stałą częstotliwością sygnału modulowanego.....	48
2.5.1. Kryteria oceny widma modulacji PWM.....	48
2.5.2. Widmo sygnału regularnej modulacji PWM jednozobczowej, 3-poziomowej.....	51
2.5.3. Widmo sygnału regularnej modulacji PWM dwuzboczowej symetrycznej, 2-poziomowej.....	53
2.5.4. Widmo sygnału regularnej modulacji PWM dwuzboczowej symetrycznej, 3-poziomowej.....	55
2.5.5. Uogólniona metoda wyznaczania widma przebiegu PWM.....	57
2.6. Analiza widma niefiltrowanego sygnału podstawowych typów modulacji PWM ze stałą częstotliwością sygnału modulowanego.....	60
2.6.1. Współczynnik <i>LHD</i> jako kryterium jakości modulacji PWM.....	60
2.6.2. Wpływ rozdzielczości zapisu wzorcowej sinusoidy modulującej na wartość współczynnika <i>LHD</i>	63
2.6.3. Sygnał PWM z uwzględnieniem czasu martwego.....	64

2.6.4. Praktyczna weryfikacja teoretycznych wartości współczynników THD_{PWM} i LHD	67
2.7. Projekt filtra wyjściowego $L_F C_F$ inwertera.....	68
2.7.1. Ustalenie częstotliwości granicznej wyjściowego filtra dolnoprzepustowego.....	68
2.7.2. Dobór parametrów filtra wyjściowego.....	78
2.7.3. Analiza zniekształceń napięcia wyjściowego inwertera z obciążeniem prostownikowym z filtrem $R_O C_O$	80
2.8. Model stopnia mocy inwertera.....	86
2.8.1. Zniekształcenia napięcia wyjściowego inwertera i możliwości ich tłumienia.....	86
2.8.2. Równania stanu filtra wyjściowego.....	90
2.8.2.1. Równania stanu filtra wyjściowego dla dwóch zmiennych stanu - napięcia na pojemności i prądu dławika.....	90
2.8.2.2. Równania stanu filtra wyjściowego dla dwóch zmiennych stanu - napięcia na pojemności i prądu kondensatora.....	91
2.8.2.3. Równania stanu filtra wyjściowego dla dowolnego obciążenia.....	92
2.8.2.4. Równania stanu filtra wyjściowego dla czterech zmiennych stanu.....	93
2.8.3. Dyskretny model stopnia mocy inwertera.....	94
2.8.3.1. Równania różnicowe układu wielowymiarowego z modulacją PWM.....	94
2.8.3.2. Równania różnicowe dla dwóch zmiennych stanu - napięcia na pojemności i prądu dławika.....	96
2.8.3.3. Równania różnicowe dla dwóch zmiennych stanu - napięcia na pojemności i prądu kondensatora.....	98
2.8.3.4. Równania różnicowe dla dowolnego typu obciążenia.....	98
2.8.3.5. Równania różnicowe dla czterech zmiennych stanu.....	100
2.8.4. Dyskretna, jednowymiarowa funkcja przejścia inwertera z modulatorem jedno- i dwuzboczowym dla przyjętych parametrów filtra $L_F C_F$	101
2.9. Zmniejszenie impedancji wyjściowej inwertera przy wykorzystaniu metody sterowania CDM.....	104
2.9.1. Analiza impedancji wyjściowej za pomocą ciągłej aproksymacji zamkniętego układu inwertera.....	104
2.9.2. Dyskretny model zamkniętego układu inwertera z regulatorem PID/CDM	114
2.9.3. Eksperymentalna weryfikacja metody projektowania inwerterów z pojedynczą pętlą regulacji PID/CDM.....	122
2.10. Eliminacja zniekształceń napięcia wyjściowego inwertera od zaburzeń okresowych.....	127
2.10.1. Projektowanie dodatkowego regulatora typu „ <i>repetitive controller</i> ”.....	127

2.10.2. Algorytm projektowania jednofazowego inwertera z regulatorami PID/CDM i RPC.....	136
3. ZAGADNIENIA PROJEKTOWE TRÓJFAZOWYCH INWERTERÓW NAPIĘCIA.....	139
3.1. Dobór elementów filtra wyjściowego $L_F C_F$ trójfazowego inwertera.....	139
3.2. Minimalizacja zniekształceń międzyfazowego napięcia wyjściowego trójfazowego inwertera z obciążeniem prostownikowym z filtrem $R_O C_O$	146
3.3. Transformacja układu trójfazowego na układ dwufazowy ortogonalny stacjonarny dla symetrycznego obciążenia w układzie trójkąta.....	155
3.4. Transformacja układu trójfazowego na układ dwufazowy ortogonalny stacjonarny dla symetrycznego obciążenia w układzie gwiazdy.....	166
3.5. Symulacja i eksperymentalne badania trójfazowego inwertera napięcia z symetrycznym obciążeniem w układzie trójkąta.....	169
3.6. Algorytm projektowania trójfazowego inwertera napięcia z symetrycznym obciążeniem oraz z regulatorami PID/CDM i RPC.....	175
4. ALTERNATYWNE TECHNIKI REGULACJI W INWERTERACH NAPIĘCIA.....	178
4.1. Wprowadzenie do alternatywnych metod sterowania w inwerterach napięcia.....	178
4.2. Sterowanie z obserwatorami zmiennych stanu i zaburzeń.....	179
4.3. Identyfikacja stopnia mocy inwertera.....	189
4.4. Regulatory rozmyte w inwerterach napięcia.....	192
4.5. Ocena wyników badań symulacyjnych alternatywnych technik regulacji napięcia wyjściowego systemów VSI.....	195
5. ROZBUDOWANE TOPOLOGIE INWERTERÓW NAPIĘCIA - WIELOPOZIOMOWE INWERTERY NAPIĘCIA.....	196
5.1. Podstawowych topologie wielopoziomowych inwerterów napięcia.....	196
5.2. Modulacja przebiegu schodkowego w wielopoziomowych inwerterach napięcia.....	200
5.3. Wyznaczenie parametrów filtra wyjściowego $L_F C_F$ wielopoziomowych inwerterów napięcia.....	205
6. EFEKTYWNE TECHNIKI TŁUMIENIA ZNIEKSZTAŁCEŃ PRZEBIEGU WYJŚCIOWEGO INWERTERÓW NAPIĘCIA - FILTRY AKTYWNE W SYSTEMACH UPS I SPS.....	209
7. PODSUMOWANIE.....	216
BIBLIOGRAFIA.....	221
STRESZCZENIE.....	235