Cyfrowe układy sterowania energetycznymi filtrami aktywnymi jednofazowymi i trójfazowymi z zastosowaniem modułu ADMC 401

Spis Treści

Wykaz zastosowanych oznaczeń i symboli 6
Cel pracy 8
1.Wstęp 8
1.1. Energetyczne filtry aktywne 9
1.2. Procesory sygnałowe 12
2. Modulacja PWM 16
2.1. Nadążna modulacja histerezowa o stałej szerokości pętli histerezy 16
2.1.1. Jednofazowy modulator histerezowy 16
2.1.2. Trójfazowy modulator histerezowy 18
2.1.3. Trójfazowy modulator histerezowy z tablicą przełączeń 19
2.2. Modulacja PWM z sygnałem nośnym 21
2.2.1. Proces modulacji 21
2.2.2. Jednofazowy nadążny modulator PWM z regulatorem PI 25
2.2.3 Trójfazowy nadążny modulator PWM z regulatorem PI 26
2.3. Modulacja metodą wektora przestrzennego 27
2.3.1 Modulator wektorowy 34
3. Algorytmy sterowania energetycznymi filtrami aktywnymi 35
3.1. Metoda identyfikacji harmonicznej podstawowej 35
3.2. Algorytm sterowania na podstawie teorii mocy chwilowej 36
3.2.1. Metody wektorowe wg H.Akagi oraz T.Furuhashi 36
3.2.2. Algorytm sterowania na podstawie teorii mocy chwilowej dla układów 3-fazowych 39
3.2.3. Kompensacja przy obciążeniu niesymetrycznym 42

3.2.4. Kompensacja przy niesymetrycznym zasilaniu 43
4. Badania symulacyjne 44
4.1. Cyfrowa symulacja układów analogowych 44
4.2. Cyfrowa reprezentacja sygnałów analogowych 47
4.2.1. Format stałoprzecinkowy 48
4.3. Badania symulacyjne cyfrowych modulatorów PWM 49
4.3.1. Nadpróbkowanie 49
4.3.2. Obciążenie 50
4.3.3. Transmitancja prądowo-napięciowej obciążenia 51
4.3.4. Obwód pośredniczący 54
4.3.5. Cyfrowy jednofazowy modulator histerezowy ze stałą szerokością pętli histerezy 55
4.3.6. Cyfrowy trójfazowy modulator histerezowy ze stałą szerokością pętli histerezy 61
4.3.7. Cyfrowy trójfazowy modulator histerezowy z tablicą przełączeń 67
4.3.7. Cyfrowa reprezentacja analogowego regulatora PI 70
4.3.8. Jednofazowy cyfrowy modulator PWM z regulatorem PI 73
4.3.9. Trójfazowy cyfrowy modulator PWM z regulatorem PI 77
4.3.10. Badania symulacyjne modulatora wektorowego 81
4.4. Badania symulacyjne energetycznych filtrów aktywnych 88
4.4.1. Badania symulacyjne jednofazowego równoległego filtru aktywnego z zastosowaniem modulatora histerezowego 92
4.4.2. Badania symulacyjne jednofazowego równoległego filtru aktywnego z zastosowaniem modulatora PWM z regulatorem PI 95
4.4.3. Badania symulacyjne trójfazowych układów filtracji równoległej 97
4.4.4. Badania symulacyjne trójfazowego równoległego filtru aktywnego z zastosowaniem modulatora histerezowego 98
4.4.4.1. Wyznaczanie wzorcowych przebiegów prądów kompensujących na podstawie algorytmu wydzielenia harmonicznej podstawowej 98
4.4.4.2. Wyznaczanie wzorcowych przebiegów prądów kompensujących na podstawie teorii mocy chwilowej 101
4.4.5. Badania symulacyjne trójfazowego równoległego filtru aktywnego z zastosowaniem modulatora PWM z regulatorem PI 104
4.4.5.1. Wyznaczanie wzorcowych przebiegów kompensujących na podstawie algorytmu harmonicznej podstawowej 104
4.4.5.2. Wyznaczanie wzorcowych przebiegów prądów kompensujących na podstawie teorii mocy chwilowej 107

5. Jednoukładowy kontroler ADMC 401 111
5.1. Płyta procesorowa ADMC 401 111
5.2. Procesor ADMC 401 112
5.2.1. Jednostka ADSP2171 113
5.2.2. Porty szeregowe SPORT i interfejs UART 115
5.2.3. Urządzenia peryferyjne realizujące modulację PWM 117
5.2.3.1. Jednostka PWM 117
5.2.3.2. Przetwornik analogowo-cyfrowy – jednostka ADC 127
5.2.3.3. Przetwornik cyfrowo-analogowy –jednostka DAC 131
5.2.3.4. Jednostka enkodera – EUI 132
5.3. Zasilanie 135
5.4. Zewnętrzna pamięć ROM 136
5.5. Zewnętrzna pamięć RAM 136
5.6. Źródło napięcia referencyjnego 137
6. Badania układów sterowania APF z zastosowaniem procesora sygnałowego 138
6.1. Badania układów modulatorów cyfrowych 138
6.1.1. Badania jednofazowego cyfrowego modulatora histerezowego 139
6.1.2. Badania jednofazowego cyfrowego modulatora PWM z regulatorem PI 141
6.1.3. Badania trójfazowego cyfrowego modulatora histerezowego 144
6.1.4. Badania cyfrowego modulatora histerezowego z tablicą przełączeń 145
6.1.4. Badania trójfazowego cyfrowego modulatora PWM z regulatorem PI 147
6.1.5. Badania cyfrowego modulatora wektorowego 149
6.2. Badania cyfrowych układów sterowania energetycznymi filtrami aktywnymi 150
6.2.1. Badania cyfrowego jednofazowego układu sterowania APF z zastosowaniem modulatora histerezowego 151
6.2.2. Badania cyfrowego trójfazowego układu sterowania APF z zastosowaniem modulatora histerezowego 153
• Badania trójfazowego układu sterowania w oparciu o metodę wydzielenia harmonicznej podstawowej 154
• Badania trójfazowego układu sterowania w oparciu o algorytm wyznaczania wzorcowych przebiegów kompensujących na podstawie teorii mocy chwilowej 155
6.2.3. Badania cyfrowego jednofazowego układu sterowania APF z zastosowaniem modulatora PWM z regulatorem PI 157
6.2.4. Badania cyfrowego trójfazowego układu sterowania APF z zastosowaniem modulatora PWM z regulatorem PI 159
• Badania trójfazowego układu sterowania w oparciu o metodę wydzielenia

harmonicznej podstawowej 159
• Badania trójfazowego układu sterowania w oparciu o algorytm wyznaczania wzorcowych przebiegów kompensujących na podstawie teorii mocy chwilowej 161
7. Podsumowanie 164
Spis rysunków 167
Spis tabel 172
Spis literatury 174
Streszczenie 177

WSTĘP

Celem pracy jest realizacja niskonapięciowego równoległego filtru aktywnego, sterowanego w układzie otwartym, przy pomocy procesora sygnałowego ADMC 401. Celem pośrednim jest implementacja algorytmów sterowania równoległymi filtrami aktywnymi, jednofazowymi i trójfazowymi, na wspomnianym procesorze.

1.Wstęp

Istnieje wiele różnych definicji dotyczących technicznej jakości energii elektrycznej. Wszystkie, bezpośrednio lub pośrednio, sprowadzają się do stwierdzenia, iż jest to zbiór parametrów, których dotrzymanie zapewnia prawidłową pracę urządzeń odbiorcy. Dla każdej grupy użytkowników istnieje inna hierarchia ważności parametrów, których wartości winny być zachowane. Jakość energii elektrycznej dostarczanej do odbiorcy charakteryzują głównie parametry jej napięcia: wartość, częstotliwość, kształt przebiegów czasowych i symetria fazowa. Europejski Komitet Normalizacyjny Elektroenergetyki (CENELEC) znowelizował w 1999 r. normę EN 50160 – „Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych". Norma ta została wprowadzona także w Polsce w 1998 r. do dobrowolnego stosowania i obecnie podlega aktualizacji przez zespół ekspertów z Normalizacyjnej Komisji Problemowej. Norma obejmuje swym zakresem niskie napięcie o skutecznej wartości znamionowej 1 kV oraz średnie napięcie o skutecznej wartości znamionowej od 1 do 35 kV [URE01].

Z uwagi na dużą wrażliwość urządzeń elektronicznych na parametry napięcia zasilającego, wielkości te są szczególnie ważne dla małych odbiorców (gospodarstwa domowe oraz małe przedsiębiorstwa), sektora bankowego,

informatycznego, firm działających w obszarze high–tech itp. Natomiast typowe urządzenia przemysłowe, projektowane z natury dla gorszych warunków pracy, są generalnie bardziej odporne na zmiany parametrów napięcia zasilającego. Urządzenia te wywierają jednocześnie znaczący wpływ na zmianę tych parametrów.

Wraz ze wzrostem wymagań prawnych (jakość energii stała się przedmiotem uregulowań prawnych – ustawa „Prawo Energetyczne") i technicznych, rosną również trudności z zapewnieniem wymaganej jakości energii, z uwagi na zwiększające się wykorzystywanie odbiorników zakłócających: nieliniowych, „niespokojnych" i niesymetrycznych (napędy falownikowe, kondensatory bocznikujące, inne odbiorniki nieliniowe).

Odbiorniki tego typu wprowadzają do sieci zaburzenia elektromagnetyczne takie jak wahania napięcia, niepożądane harmoniczne, czy asymetria napięcia zasilającego. W takiej sytuacji koniecznym staje się zastosowanie w sieciach elektroenergetycznych dodatkowych urządzeń kompensujących te zaburzenia i zapewniających odpowiednią jakość energii. Urządzeniami tego typu mogą być m.in. statyczne kompensatory mocy biernej (filtry bierne LC).

Kompensatory statyczne zastosowane w sieciach z odbiornikami zakłócającymi mogą skutecznie pełnić rolę urządzeń zapewniających wymagane parametry napięcia zasilającego, powodując redukcję wahań i stabilizację napięcia w węzłach sieci, ograniczając moc bierną przesyłaną przez sieć oraz symetryzując niesymetryczne obciążenia trójfazowe.

Jednak filtracja harmonicznych z wykorzystaniem kompensatorów mocy biernej, pociąga za sobą silne powiązanie ich właściwości z parametrami sieci. Wymaga to znajomości przedziału zmian parametrów sieci, wynikłych z zasilania odbiornika nieliniowego. Podstawowymi wadami filtrów biernych LC są więc: mała elastyczność wykorzystania oraz możliwość powstawania zjawiska rezonansu.

Jednakże taki sposób poprawy jakości energii jest tani, a z ekonomicznego punktu widzenia, stosunek ich wydajności do ceny wpływa na fakt, iż są one obecnie najpowszechniej stosowanymi urządzeniami tego typu. Innymi urządzeniami do poprawy jakości energii w systemach energetycznych są, coraz szerzej stosowane, nowoczesne układy półprzewodnikowe tj. filtry aktywne czy układy STATCOM, posiadające szereg korzystnych cech technicznych i ekonomicznych,

porównywalnych do konwencjonalnych układów kompensatorów mocy biernej [URE01].

Liczba stron	177
Nazwa Szkoły Wyższej	Uniwersytet Zielonogórski
Rodzaj pracy	magisterska
Rok oddania	2004

To jest gotowa, obroniona praca. Gdyby chcieli Państwo zlecić napisanie zupełnie nowej pracy, to zapraszamy na stronę pisanie prac - sprawdzony serwis!