

STRESZCZENIE

Rozprawa doktorska:

„Analiza przekształtnikowych układów sterowania elektrowni wiatrowej z generatorem synchronicznym o magnesach trwałych”

Rozprawa doktorska składa się z dziewięciu rozdziałów, spisu literatury i dwóch załączników. W rozdziale pierwszym przedstawiono wprowadzenie dotyczące rozwoju przekształtnikowych układów elektrowni wiatrowych. Następnie omówiono stan zagadnienia związanego z tematem rozprawy. W rozdziale tym przedstawiono również cel rozprawy, sformułowano tezę rozprawy i omówiono zakres pracy.

W rozdziale drugim dokonano przeglądu stosowanych systemów elektrowni wiatrowych. Omówiono podział turbin wiatrowych i generatorów elektrycznych w systemach elektrowni wiatrowych. Przedstawiono i omówiono podstawowe systemy elektrowni wiatrowych z generatorami indukcyjnymi z wirnikiem klatkowym SCIG, z generatorami indukcyjnymi z wirnikiem pierścieniowymi WRIG, z generatorami indukcyjnymi dwustronnie zasilanymi DFIG, z generatorami synchronicznymi SG o wzbudzeniu elektromagnetycznym oraz z generatorami synchronicznymi o magnesach trwałych PMSG. W rozdziale tym przedstawiono również szczegółową analizę przekształtnikowych układów elektrowni wiatrowych z generatorami PMSG. Opisano podstawowe układy elektrowni wiatrowych z przekształtnikami: DC/DC, z konwencjonalnymi i wielopoziomowymi przekształtnikami typu AC/DC/AC oraz z przekształtnikami AC/AC. Przedstawiono i opisano przekształtnikowe układy typu AC/DC/AC z wielofazowymi generatorami PMSG.

W rozdziale trzecim przedstawiono i opracowano modele matematyczne elementów układów elektrowni wiatrowej: turbiny wiatrowej, układów przeniesienia napędu, generatora synchronicznego o magnesach trwałych PMSG oraz układów przekształtnikowych.

W rozdziale czwartym przedstawiono podział algorytmów MPPT śledzenia mocy maksymalnej turbiny wiatrowej. Opisano i analizowano algorytmy MPPT śledzenia mocy maksymalnej wykorzystujące dane dotyczące paramentów mechanicznych turbiny wiatrowej. Omówiono także algorytmy MPPT iteracyjnego poszukiwania punktu mocy maksymalnej.

W rozdziale piątym przedstawiono analizę metod i algorytmów sterowania przekształtnikowymi układami elektrowni wiatrowych z generatorami PMSG. Omówiono wybrane metody sterowania przekształtnikiem maszynowym MSC, przekształtnikiem DC/DC oraz przekształtnikiem sieciowym GSC. W algorytmach sterowania przekształtnikiem maszynowym MSC uwzględniono algorytmy MPPT śledzenia mocy maksymalnej. Przedstawiono metody sterowania połowo-zorientowanego RFOC oraz metody bezpośredniego sterowania momentem i strumieniem DTC dla generatora PMSG i przekształtnika maszynowego MSC. Omówiono metody sterowania przekształtnika sieciowego GSC z orientacją względem wektora napięcia sieci VOC oraz metody bezpośredniego sterowania chwilową mocą czynną i bierną DPC.

Wyniki badań symulacyjnych dla wybranych metod i algorytmów sterowania przedstawiono w rozdziale szóstym. Opisano założenia przyjęte przy formułowaniu modeli symulacyjnych. Przeprowadzono również weryfikacje możliwości pracy przekształtnikowego układu elektrowni wiatrowej z generatorem PMSG w systemach autonomicznych.

Rozdział siódmy zawiera opis opracowanego i wykonanego stanowiska laboratoryjnego oraz układu do badań eksperymentalnych. W rozdziale tym przedstawiono wybrane wyniki badań eksperymentalnych dotyczących przekształtnikowego układu AC/DC/AC elektrowni wiatrowej z generatorem PMSG. Opracowano strukturę układu sterowania emulatora turbiny wiatrowej wykorzystywanego w badaniach eksperymentalnych. Przedstawiono wybrane wyniki badań eksperymentalnych dla różnych stanów pracy systemu elektrowni wiatrowej oraz przyjętej zmienności prędkości chwilowej wiatru.

W rozdziale ósmym przedstawiono analizę pracy systemu elektrowni wiatrowej w stanach awaryjnych sieci energetycznej AC. Przedstawiono i omówiono klasyfikację zapadów napięcia sieci AC. Dokonano analizy układu sterowania systemu przekształtnikowego elektrowni wiatrowej podczas zapadu napięcia sieci AC. Przedstawiono wyniki badań symulacyjnych i eksperymentalnych dotyczących stanów zapadu napięcia sieci. Przedstawiono wpływ zapadów napięcia sieci AC na pracę przekształtnikowego układu sterowania elektrowni wiatrowych. Zaproponowano zmodyfikowany przez autora rozprawy układ sterowania zapewniający utrzymywanie prawidłowej pracy elektrowni wiatrowej podczas występowania symetrycznych i niesymetrycznych zapadów napięcia sieci AC.

W rozdziale dziewiątym przedstawiono podsumowanie oraz opis oryginalnych osiągnięć autora rozprawy.

W Załączniku A przedstawiono szczegółowy opis modelu laboratoryjnego oraz dane i parametry wykorzystywane w badaniach symulacyjnych i eksperymentalnych.

W Załączniku B przedstawiono układy transformacji współrzędnych wykorzystywanych w analizach teoretycznych.

12.03.2019
Gajda