

Spis treści

Streszczenie	9
Summary	12
Spis oznaczeń	15
Wstęp	17
1. Rozwiązania sprzętowe i programowe do sterowania cyfrowego	25
2. Wybrane strategie sterowania aktywnym zawieszeniem magnetycznym	35
2.1. System laboratoryjny	36
2.2. Model liniowy i regulator od stanu	40
2.3. Optymalny regulator rozmyty	45
2.4. Regulator odporny hybrydowy: neuralny ze sprzężeniem od stanu.....	50
2.5. Regulator strukturalnie odporny na zmianę masy obiektu lewitującego.....	52
2.6. Nieliniowe sprzężenie zwrotne o ustalonych własnościach sprężysto-tłumiących.....	56
2.7. Sterowanie czasooptymalne wspomagane regulatorem PD	58
2.8. Podsumowanie	63
3. Aspekty projektowe i badawcze systemów lewitacji magnetycznej	65
3.1. Projektowanie urządzeń mechatronicznych	65
3.2. Automatyzacja procesu projektowania	67
3.3. Analiza objętości szczeliny lewitacji w łożysku magnetycznym.....	73
3.4. Badanie łożyska wirnika pierścieniowego	76
3.4.1. Identyfikacja siły elektromagnetycznej w przestrzeni łożyskowej	79
3.4.2. Analiza termodynamiczna łożyska.....	84
3.4.3. Lewitacja wirnika pierścieniowego.....	88
3.5. Zintegrowane modelowanie, sterowanie i symulacja działania systemów ALM.....	90
3.5.1. Model aktywnego zawieszenia magnetycznego.....	92
3.5.2. Model AŁM o 4 siłownikach	94
3.5.3. Model AŁM o 3 siłownikach	97
3.6. Podsumowanie	104

4. Konfigurowany sterownik analogowy	106
4.1. Technologia procesorów analogowych	109
4.1.1. Architektura i własności procesora analogowego	110
4.2. Architektura sterownika	112
4.2.1. Rdzeń sterownika - moduł APU	114
4.2.2. Programowe zarządzanie zasobami	115
4.3. Badanie możliwości sterownika	117
4.3.1. Analiza możliwych realizacji regulatora od stanu	117
4.3.2. Rozwiązywanie równań różniczkowych	119
4.3.3. Porównanie realizacji regulatora proporcjonalno-różniczkującego	120
4.3.4. Realizacja neuronu	123
4.3.5. Redundancja i bezpieczeństwo systemu sterowania	125
4.4. Podsumowanie - zalety i wady sterownika	126
5. Sterowanie w reżimie twardego czasu rzeczywistego.....	128
5.1. Sterowanie aktywnym zawieszeniem magnetycznym	129
5.2. Regulator hybrydowy odporny na awarię czujnika natężenia prądu	132
5.3. Sterowanie aktywnym łożyskiem magnetycznym	135
5.3.1. Procedura startowa - zawieszenie wirnika	137
5.3.2. Stabilizacja lewitującego wirnika podczas obrotów	138
5.4. Podsumowanie	141
Zakończenie	143
Spis rysunków.....	147
Spis tabel.....	151
Literatura.....	152