

Spis treści

Streszczenie	9
Summary	10
Wykaz oznaczeń	11
1. Wstęp	13
2. Zakres i tezy pracy	20
3. Detekcja i diagnostyka błędów w układach dynamicznych	33
3.1. Systemy FDI oparte na redundancji sprzętowej i analitycznej	33
3.2. Systemy FDI detekcji i identyfikacji uszkodzeń oparte na wiedzy	37
3.3. Modelowanie dynamiki procesu i modelowanie generatorów residuów	40
3.4. Generator residuów oparty na równaniu parytetów	43
3.5. Generator residuów oparty na identyfikacji parametrów (wersja dyskretna i ciągła)	48
3.6. Generator residuów oparty na asymptotycznych obserwatorach stanu i wyjścia	52
3.6.1. Asymptotyczne obserwatory stanu	52
3.6.2. Asymptotyczne obserwatory wyjścia w detekcji błędów	54
4. Algorytmy identyfikacji i obserwacji ze skończoną pamięcią	58
4.1. Wstęp	58
4.2. Metody identyfikacji liniowego systemu ciągłego w skończonym przedziale T	61
4.2.1. Identyfikacja systemu ciągłego metodą błędu równania (<i>Equation Error</i> – EE)	61

4.2.2. Identyfikacja systemu ciągłego na oknie przesuwnym o szerokości T_{ID}	70
4.2.3. Prosty przykład analityczny zastosowania metody identyfikacji EE	72
4.2.4. Identyfikacja systemu ciągłego metodą <i>Output Error</i> . Ciągła wersja metody MNK	75
4.3. Metody dokładnej obserwacji stanu liniowego systemu ciągłego w skończonym przedziale T	77
4.3.1. Całkowe dokładne obserwatory stanu początkowego $x(0)$	79
4.3.2. Całkowe dokładne obserwatory stanu końcowego $x(T)$	82
4.3.3. Obserwatory całkowe stanu bieżącego $x(t)$ na oknie przesuwnym	85
4.3.4. Przykład wyliczania macierzy obserwatora	87
4.3.5. Nowa koncepcja obserwatora MWO o podwójnym oknie obserwacji	87
5. Modele procesów i ich wykorzystanie do diagnostyki	92
5.1. Problemy parametryzacji modeli dynamicznych	92
5.2. Model struktury kaskadowej połączenia trzech różnych zbiorników	107
5.3. Model struktury szeregowej połączenia dwóch różnych zbiorników	110
5.4. Model struktury szeregowej połączenia trzech różnych zbiorników	113
5.5. Modele fizyczne używane w testach diagnostyki	118
5.6. Opis stanowiska badawczego i eksperymentów fizycznych	120
5.6.1. Stanowisko układu kaskadowego trzeciego rzędu	120
5.6.2. Eksperymenty badawcze praktyczne i symulacyjne	123
5.7. Analiza złożoności obliczeniowej przy weryfikacji hipotez	130
6. Transformacja stanu do jego postaci naturalnej	137
6.1. Podstawowe formuły	137
6.2. Naturalne zmienne stanu dla systemu kaskadowego zbiorników	141
6.3. Naturalne zmienne stanu dla systemu szeregowego zbiorników	146
6.3.1. Naturalne zmienne stanu dla systemu szeregowego drugiego rzędu	146
6.3.2. Naturalne zmienne stanu dla systemu szeregowego trzeciego rzędu	147
7. Procedury FDI wykorzystywane w detekcji i identyfikacji awarii	150
7.1. Opis procedur FDI przeznaczonych dla systemu kaskadowego	150
7.2. Opis procedur FDI przeznaczonych dla systemu szeregowego	155

7.2.1. Opis procedur FDI przeznaczonych dla systemu szeregowego drugiego rzędu	155
7.2.2. Opis procedur FDI przeznaczonych dla systemu szeregowego trzeciego rzędu	158
7.2.3. Opis procedur FDI przeznaczonych dla systemów szeregowych wyższych rzędów	162
7.3. Opis uniwersalnej procedury FDI dla systemu kaskadowego lub szeregowego	164
7.4. Uwagi na temat numerycznych aspektów użytych algorytmów	166
8. Wybrane algorytmy FDI do detekcji awarii	173
8.1. Algorytm FDI do detekcji awarii systemów o znanej strukturze i znanych parametrach	173
8.2. Algorytm FDI do detekcji awarii systemów o znanej strukturze i nieznanymi parametrach	175
8.3. Algorytm FDI do detekcji awarii systemów o nieznanymi strukturze i nieznanymi parametrach	176
9. Testy programowe podstawowych algorytmów identyfikacji i obserwacji	180
9.1. Testy identyfikacji parametrów na skończonym oknie pomiarowym	180
9.2. Testy dokładnej obserwacji stanu końcowego na skończonym oknie pomiarowym	187
9.3. Testy obserwacji momentu awarii i diagnostyka z obserwatorem podwójnym	192
10. Podsumowanie	203
Literatura	209