

Spis treści

Przedmowa	3
Rozdział 1. Regulacja PID obiektów jednowymiarowych	9
1.1. Struktury regulatora PID	9
1.2. Struktury regulatora PID o dwóch stopniach swobody (PID 2dof)	16
1.3. Modele obiektów dla doboru nastaw regulatorów PID	19
1.3.1. Metody identyfikacji modeli obiektów dla doboru nastaw regulatorów PID	20
1.3.2. Reguła połowy (<i>half rule</i>) upraszczania transmitancji wieloinercyjnych z opóźnieniem	24
1.4. Kryteria doboru nastaw, przebiegi wzorcowe	26
1.5. Wyznaczanie parametrów obiektu dla przebiegu krytycznego	28
1.6. Reguły doboru nastaw na podstawie parametrów krytycznych	30
1.7. Reguły doboru nastaw na podstawie modelu obiektu (FOPDT)	32
1.8. Regulacja z modelem wewnętrznym (IMC), reguła lambda	38
1.8.1. Struktury układu regulacji i regulatora IMC	38
1.8.2. Reguła IMC/lambda strojenia regulatora PI/PID	40
1.8.3. Reguła SIMC strojenia regulatora PI/PID	43
1.9. Regulacja z kompensacją zakłócenia	44
1.10. Regulacja ze sterowaniem do przodu od wartości zadanej	47
1.11. Regulacja kaskadowa	50
1.12. Regulacja nieliniowa PID – <i>gain scheduling</i>	51
1.13. Cyfrowe realizacje algorytmów PID	55
Rozdział 2. Regulacja PID obiektów wielowymiarowych	61
2.1. Sterowalność wyjść obiektu wielowymiarowego	62
2.2. Wybór struktury połączeń regulacji wielopętlowej	63
2.3. Dobór nastaw regulatorów PID w strukturze wielopętlowej	71
2.4. Odsprzęganie, kompensacja zakłóceń	76
Rozdział 3. Wprowadzenie do regulacji predykcyjnej	83
3.1. Zasada regulacji predykcyjnej	83
3.2. Zadanie optymalizacji algorytmu MPC	86
3.3. Dobór parametrów algorytmu MPC	90
3.4. Regulacja zakresowa	92
3.5. Trajektoria referencyjna	94

Rozdział 4. Regulacja predykcyjna z liniowymi modelami obiektów	97
4.1. Zadanie optymalizacji algorytmu MPC z modelem liniowym	97
4.2. Sformułowania analityczne i numeryczne algorytmu MPC	101
4.3. Algorytm DMC (<i>Dynamic Matrix Control</i>)	105
4.3.1. Predykcja modelem odpowiedzi skokowej	105
4.3.2. Analityczne prawo regulacji DMC	110
4.3.3. Regulacja DMC z kompensacją zakłóceń mierzonych	115
4.3.4. Przykład: regulacja DMC kolumny destylacyjnej Wooda-Berry'ego	117
4.4. Algorytm GPC (<i>Generalized Predictive Control</i>)	123
4.4.1. Algorytm GPC dla obiektu jednowymiarowego (SISO)	124
4.4.2. Algorytm GPC dla obiektu wielowymiarowego (MIMO)	131
4.5. Algorytm MPCs – MPC z modelem liniowych równań stanu	141
4.5.1. Algorytm MPCs z pomiarem stanu	146
4.5.2. Algorytm MPCs z estymacją stanu	149
4.5.3. Przykład: regulacja MPCs reaktora przepływowego	155
4.5.4. <i>Offset-free</i> MPCs metodą modelu z rozszerzonym stanem	163
4.6. Aspekty numeryczne	166
4.7. Optymalizujące dostrajanie on-line wartości zadanych (SSTO)	169
Rozdział 5. Regulacja predykcyjna z nieliniowymi modelami obiektów	173
5.1. Algorytm MPC z nieliniową optymalizacją (MPC-NO)	174
5.2. Algorytm MPC z nieliniową predykcją i linearyzacją (MPC-NPL)	183
5.3. Przykład: sterowanie manipulatorem z napędami <i>direct drive</i>	199
5.3.1. Modelowanie manipulatora	199
5.3.2. Sterowanie z kubicznymi trajektoriami zmian położeń	203
5.3.3. Sterowanie ze skokowymi trajektoriami zmian położeń	206
5.3.4. Wpływ czasu obliczeń, okresu próbkowania	208
5.3.5. Sterowanie manipulatora algorytmem CTC-PID	211
Bibliografia	219