

# Spis treści

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Spis oznaczeń</b>   | <b>7</b>  |
| <b>1 Wstęp</b>   | <b>11</b> |
| 1.1 Tezy pracy . . . . .   | 13        |
| 1.2 Struktura pracy . . . . .  | 15        |
| 1.3 Charakterystyka stosowanych metod<br>optymalizacji . . . . .         | 16        |
| <b>2 Modele silników prądu stałego</b>                                   | <b>19</b> |
| 2.1 Matematyczny opis układu . . . . .                                   | 19        |
| 2.2 Modele nieliniowe . . . . .  | 22        |
| 2.2.1 Obcowzbudny silnik prądu stałego . . . . .                         | 24        |
| 2.2.2 Szeregowy silnik prądu stałego . . . . .                           | 26        |
| 2.2.3 Boczniowy silnik prądu stałego . . . . .                           | 29        |
| 2.3 Źródła nieliniowości . . . . .                                       | 31        |
| 2.4 Modele liniowe . . . . .   | 32        |
| 2.4.1 Opis stanowisk laboratoryjnych . . . . .                           | 40        |
| 2.4.1.1 Silnik obcowzbudny prądu stałego . . . . .                       | 40        |
| 2.4.1.2 Serwomechanizm prądu stałego . . . . .                           | 43        |
| 2.5 Modele dyskretne . . . . .   | 46        |
| 2.5.1 Model dyskretny laboratoryjnego silnika<br>prądu stałego . . . . . | 50        |
| 2.6 Nietypowe napędy . . . . .   | 50        |
| 2.6.1 Silniki liniowe . . . . .  | 50        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 2.6.2    | Silniki kuliste . . . . .  | 54         |
| 2.7      | Uwagi . . . . .  | 63         |
| <b>3</b> | <b>Metody projektowania układów regulacji</b>                            | <b>65</b>  |
| 3.1      | Regulator PID . . . . .  | 68         |
| 3.2      | Regulator LQR . . . . .  | 73         |
| 3.3      | Sterowanie czasooptymalne . . . . .                                      | 80         |
| <b>4</b> | <b>Obserwatory –<br/>odtworzenie wielkości niemierzalnych</b>            | <b>83</b>  |
| 4.1      | Obserwator pełnego rzędu . . . . .                                       | 84         |
| 4.2      | Obserwatory zredukowane . . . . .  | 89         |
| 4.3      | Metoda odtwarzania prędkości obrotowej<br>i momentu obciążenia . . . . . | 99         |
| 4.4      | Obserwatory nieliniowe . . . . .   | 106        |
| 4.5      | Uwagi . . . . .  | 110        |
| <b>5</b> | <b>Pomiary dyskretne i sterowanie komputerowe</b>                        | <b>113</b> |
| 5.1      | Regulator <i>dead-beat</i> . . . . .                                     | 116        |
| 5.2      | Sterowanie czasooptymalne i stabilizacja<br>w punkcie pracy . . . . .    | 120        |
| 5.3      | Złożone struktury sterowania . . . . .                                   | 124        |
| 5.4      | Uwagi . . . . .  | 130        |
| <b>6</b> | <b>Sterowanie silnikami dużej mocy</b>                                   | <b>133</b> |
| 6.1      | Charakterystyka sterowania wzбудnikowego . . . . .                       | 133        |
| 6.2      | Charakterystyka sterowania PWM . . . . .                                 | 135        |
| 6.3      | Uwagi . . . . .  | 140        |
| <b>7</b> | <b>Podsumowanie pracy<br/>i zasadnicze wnioski</b>                       | <b>143</b> |
| <b>8</b> | <b>Dodatek – parametry fizyczne<br/>rozważanych silników</b>             | <b>147</b> |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 8.1 | Silnik obcowzbudny I . . . . .                       | 147 |
| 8.2 | Silnik obcowzbudny II . . . . .                      | 147 |
| 8.3 | Silnik obcowzbudny III . . . . .                     | 148 |
| 8.4 | Silnik obcowzbudny IV z magnesami trwałymi . . . . . | 148 |
| 8.5 | Silnik szeregowy I . . . . .                         | 149 |
| 8.6 | Silnik szeregowy II . . . . .                        | 150 |
| 8.7 | Silnik boczniowy I . . . . .                         | 150 |

**Literatura**