

# Spis treści

<b>Od Autora</b> .....	7
<b>Fragment opinii o książce dr. hab. inż. Marka Sibelaka, AGH Katedra Automatykacji Procesów w Krakowie:</b> .....	8
<b>1. Wstęp</b> .....	9
<b>2. Wybrane pojęcia stosowane w sterownikach S7-1200/1500 oraz przydatne biblioteki do realizacji zaawansowanego sterowania</b> .....	13
2.1. Tagi w sterownikach.....	14
2.2. Optymalizacja dostępu do danych w blokach.....	15
2.3. Zmienna typu STRUCT.....	19
2.4. Nowe instrukcje w sterownikach S7-1200/1500 od wersji TIA v.13.....	19
2.5. Dane typu Variant.....	21
2.6. Podtrzymywanie danych w przypadku awarii.....	23
2.7. Biblioteki w portalu TIA.....	23
2.8. Biblioteka z blokami funkcji obiektów liniowych – LSim.....	24
2.9. Biblioteka z przykładami instrukcji – SLI.....	29
2.10. Biblioteka przydatnych funkcji – LGF.....	29
2.11. Biblioteka z programami do oceny statystycznej.....	33
2.12. Biblioteka do synchronizowanego sterowania ruchem dwóch osi.....	34
<b>3. Błędy, diagnostyka i bezpieczeństwo w sterownikach</b> .....	35
3.1. Błędy występujące w TIA.....	36
3.2. Wyświetlanie statusu diagnostyki i porównywanie za pomocą ikon statusu.....	37
3.3. Narzędzie <i>Online tools</i> .....	39
3.4. Wyświetlanie bufora diagnostycznego.....	40
3.5. Wyświetlenie informacji diagnostycznych za pomocą webserwera.....	42
3.6. System <i>Report System Errors</i> .....	44
3.7. Instrukcje wspomagające diagnostykę i alarmy.....	45
3.8. Bezpieczny system sterownikowy.....	45
3.9. System sterownikowy przystosowany do pracy w niskich temperaturach.....	60

<b>4. Sekwencyjne schematy funkcjonalne</b> .....	<b>61</b>
4.1. Projektowanie sekwencyjnego schematu funkcjonalnego w języku GRAPH7.....	67
4.2. Alarmy typu blokady i nadzoru.....	70
4.3. Testowanie programów sekwencyjnych.....	73
4.4. Parametry bloku danych.....	76
4.5. Przykłady programów.....	78
4.6. Wykorzystanie instrukcji CASE OF do sterowania procesem sekwencyjnym.....	89
<b>5. Przesyłanie plików FTP</b> .....	<b>93</b>
5.1. Protokół do przesyłania plików FTP.....	95
5.2. Przebieg sesji FTP.....	95
5.3. Adresowanie serwera FTP.....	97
5.4. Logowanie i konfiguracja modułów komunikacyjnych w TIA Portal v13 SP1.....	99
5.5. Opis instrukcji FTP_CMD.....	102
5.5.1. Parametry wejściowe instrukcji FTP_CMD.....	104
5.5.2. Parametry wyjściowe instrukcji FTP_CMD.....	104
5.6. Ustanowienie i komunikacja FTP w sterowniku SIMATIC S7-1500.....	105
5.6.1. Struktura bloku danych dla połączenia protokołem FTP.....	111
5.6.4. Korzystanie z przeglądarki jako serwera FTP lub klienta FTP.....	111
5.7. Komunikacja FTP bez wykorzystania modułów komunikacyjnych.....	120
<b>6. Teleserwis i korzystanie z e-maila</b> .....	<b>129</b>
6.1. Konfiguracja połączenia.....	130
6.1.1. Konfiguracja za pomocą TIA Portal v13.....	132
6.1.2. Konfiguracja za pomocą TeleService v6.1.....	142
6.1.3. Konfiguracja przez przeglądarkę internetową.....	144
6.2. Instrukcja TM_MAIL w sterownikach S7-1200.....	144
6.3. Konfiguracja serwera pocztowego.....	147
6.4. Instrukcja TMAIL_C w sterownikach S7-1200 i 1500.....	152
<b>7. Sterowanie wykorzystujące algorytm PID</b> .....	<b>157</b>
7.1. Algorytm pozycyjny.....	158
7.2. Algorytm prędkościowy.....	164
7.3. Wpływ nasycenia na pracę regulatora PID.....	165
7.4. Wymuszenie rampowe.....	168

---

<b>8. Sterowanie zaawansowane</b> .....	<b>171</b>
8.1. Procesy nieliniowe i niestacjonarne.....	174
8.2. Procesy z twardymi nieliniowościami .....	177
8.3. Obszary sterowania zaawansowanego .....	180
8.3.1. Algorytmy klasyczne.....	180
8.3.2. Algorytmy wykorzystujące sztuczną inteligencję.....	187
8.4. Sterowniki ułatwiające realizację sterowania zaawansowanego .....	189
<b>9. Regulatory bazujące na logice rozmytej</b> .....	<b>193</b>
9.1. Funkcje przynależności dla wejść.....	196
9.2. Baza wiedzy .....	197
9.3. Modele wnioskowania .....	197
9.4. Funkcje przynależności dla wyjść – singletony .....	200
9.5. Regulator rozmyty TSK zerowego rzędu .....	201
9.6. Podsumowanie .....	205
<b>10. Sterowanie odporne z regulatorem neuronowym</b> .....	<b>207</b>
10.1. Wprowadzenie do sieci neuronowych .....	210
10.2. Identyfikacja wykorzystująca sieci neuronowe oraz regulator neuronowy.....	213
10.3. Struktury sterowania odpornego .....	216
10.4. Realizacja sterowania neuronowego w sterowniku Simatic S7-1200.....	217
10.5. Wyniki symulacji .....	232
<b>11. Adaptacyjne systemy sterowania</b> .....	<b>237</b>
11.1. Idea sterowania adaptacyjnego.....	238
11.2. Sterowanie z harmonogramowanym wzmocnieniem.....	239
11.2.1. Określenie zmiennych do harmonogramowania .....	241
11.2.2. Blok harmonogramowania .....	242
11.3. Sterowanie adaptacyjne z modelem referencyjnym – reguła MIT.....	251
11.4. Sterowanie adaptacyjne z modelem referencyjnym – reguła adaptacji Lapunowa.....	262
<b>12. Sterowanie adaptacyjne wykorzystujące sieci neuronowe</b> .....	<b>267</b>
12.1. Sterowanie adaptacyjne z wykorzystaniem regulatora neuronowego z modelem odwrotnym obiektu.....	268
12.2. Sterowanie adaptacyjne z wykorzystaniem regulatora neuronowego z identyfikacją modelu obiektu .....	286
12.3. Sterowanie adaptacyjne z klasycznym regulatorem PID, wspomaganym siecią neuronową.....	311

12.4. Sterowanie adaptacyjne z neuronowym regulatorem PID .....	322
<b>13. Optymalizacja w systemach sterowania.....</b>	<b>329</b>
13.1. Sterowanie liniowo-kwadratowe-Gaussa.....	331
13.2. Sterowanie obiektem autonomicznym z wykorzystaniem filtru Kalmana.....	338
13.2.1. Filtr Kalmana .....	340
13.2.2. Obserwowalność.....	341
13.2.3. Algorytm filtru Kalmana.....	342
13.2.4. Wyznaczenie macierzy kowariancji.....	344
13.2.5. Rozszerzony filtr Kalmana EKF .....	345
13.2.6. Model matematyczny obiektu.....	346
13.2.7. Implementacja filtru w sterowniku Siemens.....	348
13.2.8. Program w TIA Portal .....	348
13.2.9. Wyniki filtracji algorytmem Kalmana.....	361
13.2.10. Podsumowanie sterowania z wykorzystaniem filtru Kalmana .....	369
13.3. Sterowanie predykcyjne .....	370
13.3.1. Wydłużony horyzont predykcji.....	370
13.3.2. Trajektoria odniesienia .....	371
13.3.3. Kryterium jakości regulacji .....	371
13.3.4. Repetycja.....	371
13.4. Implementacja regulatora predykcyjnego MAC w sterowniku PLC .....	372
13.4.1. Charakterystyka algorytmu MAC .....	373
13.4.2. Język programowania .....	373
13.4.3. Konfiguracja sprzętowa .....	373
13.4.4. Parametry regulatora.....	374
13.4.5. Etapy implementacji regulatora MAC w sterowniku PLC.....	374
13.4.5.1. Identyfikacja obiektu sterowania i wyznaczenie wielomianu $V$ .....	376
13.4.5.2. Budowa macierzy $Q$ .....	378
13.4.5.3. Wyznaczenie wektora $q^T$ .....	378
13.4.5.4. Predykcja macierzy wyjścia .....	383
13.4.5.5. Uaktualnienie wektora wartości zadanych.....	385
13.4.5.6. Obliczenie sygnału sterującego .....	385
13.4.5.7. Wyznaczenie trajektorii odniesienia .....	386
13.4.5.8. Uchyb statyczny.....	389
13.5. Program główny .....	389
13.6. Weryfikacja poprawności implementacji algorytmu MAC.....	390
13.6.1. Obiekty sterowania .....	391
13.6.2. Wyniki sterowania.....	391
13.7. Podsumowanie działania regulatora predykcyjnego MAC.....	392
<b>14. Podsumowanie.....</b>	<b>395</b>
<b>Spis literatury.....</b>	<b>397</b>