

# Spis treści

<b>Przedmowa</b> .....	<b>9</b>
<b>Wstęp</b> .....	<b>13</b>
<b>1. Pierwsze kroki</b> .....	<b>15</b>
1.1. Wymogi bezpieczeństwa.....	16
1.2. Pomoc techniczna .....	17
1.3. TIA Portal V13 – instalacja i konfiguracja pakietu.....	18
1.3.1. Opis części składowych środowiska TIA Portal .....	19
1.3.2. Pomoc w narzędziu programistycznym .....	25
1.3.3. Konfiguracja środowiska .....	26
1.4. Automation licence manager .....	26
1.5. Automation software updater .....	26
1.6. Pierwszy projekt.....	27
1.6.1. Dodanie S7-1200.....	27
1.6.2. Konfiguracja PLC .....	29
1.6.3. Tworzenie funkcji i bloków danych.....	32
1.6.4. Zmiana ustawień komputera PC.....	41
1.6.5. Podłączenie elektryczne PLC.....	42
1.6.6. Wgranie projektu .....	44
1.6.7. Zadania.....	48
1.7. Sterowniki PLC firmy Siemens.....	48
1.7.1. Ogólne właściwości .....	48
1.7.1.1. Zestaw startowy – wprowadzenie do S7-1200 .....	50
1.7.1.2. Rozbudowa sterownika .....	52
1.7.1.3. Zasada działania sterownika PLC.....	54
1.7.2. Budowa wewnętrzna.....	56
1.7.2.1. Model pamięci .....	56
1.7.2.2. Źródło przerwania.....	58
1.7.2.3. Sprzętowe odmierzenie czasu .....	61
1.7.2.3.1. Przerwania cykliczne .....	61
1.7.2.3.2. Licznik .....	63
1.7.2.3.3. PWM.....	64
1.7.2.3.4. PTO .....	66

1.7.2.3.5. Generowanie sprzętowych opóźnień .....	67
1.7.2.3.6. Przerwanie o określonej porze dnia .....	68
1.7.2.4. Zegar czasu rzeczywistego .....	70
1.7.2.5. Przetwornik analogowo-cyfrowy .....	71
1.7.2.6. Monitorowanie czasu cyklu programu .....	74
1.7.2.7. Sprzętowa diagnostyka błędów .....	75
1.7.2.8. Komunikacja .....	76
1.7.2.9. Zabezpieczenia .....	77
1.7.2.10. Karta pamięci .....	78
1.7.2.11. Zdalne programowanie PLC .....	80
<b>2. Język LAD w sterowniku S7-1200 .....</b>	<b>81</b>
2.1. Poziom podstawowy .....	82
2.1.1. Komentarze .....	82
2.1.2. Typy zmiennych .....	83
2.1.2.1. Konwersja typów .....	87
2.1.3. Deklarowanie zmiennych .....	89
2.1.4. Deklarowanie stałych .....	94
2.1.4.1. Stałe w <i>PLC tags</i> .....	94
2.1.4.2. Stałe w blokach .....	94
2.1.5. Zakres widoczności zmiennych .....	95
2.1.6. Operatory .....	95
2.1.6.1. Arytmetyczne .....	96
2.1.6.1.1. Moduło MOD .....	99
2.1.6.2. Logiczne .....	99
2.1.6.3. Binarne .....	101
2.1.7. Instrukcje sterujące .....	108
2.1.7.1. Instrukcja warunkowa .....	109
2.1.8. Tablice .....	110
2.1.8.1. Tablice wielowymiarowe .....	112
2.1.9. Struktury .....	114
2.1.10. Typ wyliczeniowy .....	116
2.2. Programowanie zaawansowane .....	118
2.2.1. Programowe odmierzanie czasu .....	118
2.2.1.1. Generator impulsu .....	119
2.2.1.2. Zegar opóźnienia załączenia .....	119
2.2.1.3. Opóźnienie wyłączenia .....	120
2.2.1.4. TONR ( <i>Time accumulator</i> ) .....	121
2.2.1.5. Dodatkowe funkcje wspomagające .....	122
2.2.2. Dodatkowe funkcje zliczające .....	123
2.2.2.1. Licznik zliczający w górę .....	123
2.2.2.2. Licznik zliczający w dół .....	124
2.2.2.3. Licznik zliczający w górę i w dół .....	125

---

2.2.3.	Bloki matematyczne .....	126
2.2.4.	Konwersja liczb zmiennoprzecinkowych .....	132
2.2.5.	Konwersja łańcuchów znaków .....	134
2.2.6.	Wykrywanie zboczy sygnałów .....	140
2.2.7.	Wprowadzenie do techniki regulacji PID .....	141
2.2.8.	Programowa diagnostyka sterownika .....	143
2.2.8.1.	Odczyt statusu diod LED .....	144
2.2.8.2.	Funkcja GET_DIAG() .....	145
2.2.8.3.	Funkcja GET_ERROR() .....	146
2.2.9.	Dzienniki zdarzeń .....	149
2.2.10.	Koncepcja programowania .....	149
2.2.11.	Praktyki dobrego programowania .....	159
<b>3.</b>	<b>Zarządzanie projektem .....</b>	<b>163</b>
3.1.	Wersjonowanie bloków w TIA Portal .....	164
3.1.1.	Tworzenie bibliotek .....	164
3.1.2.	Projekt wzorcowy .....	170
3.2.	Migracja projektów .....	174
3.3.	Generowanie dokumentacji .....	176
3.4.	Archiwizacja projektu .....	178
<b>4.</b>	<b>Praktyczne projekty .....</b>	<b>179</b>
4.1.	Debug kodu programu .....	180
4.1.1.	Paski narzędzi .....	180
4.1.1.1.	Tablice PLC tags .....	180
4.1.1.2.	Bloki organizacyjne i funkcyjne .....	182
4.1.1.3.	Blok danych .....	183
4.1.2.	Lista referencyjna utworzonych bloków .....	184
4.1.3.	Program Info .....	185
4.1.3.1.	Struktura wywołań .....	185
4.1.3.2.	Drzewo zależności .....	186
4.1.3.3.	Lista przypisań .....	187
4.1.3.4.	Zasoby .....	189
4.1.4.	Połączenie się online ze sterownikiem .....	189
4.1.5.	Porównanie projektu offline z online .....	191
4.1.6.	Podgląd stanu konfiguracji sprzętowej .....	192
4.1.7.	Podgląd wykonywanego programu .....	193
4.1.8.	Tablice wymuszeń .....	193
4.1.9.	Tablice monitorujące .....	196
4.1.10.	Metody pracy z blokami danych DB .....	198
4.1.10.1.	Przechwytywanie wartości .....	198
4.1.10.2.	Ponowna inicjalizacja .....	199

4.1.10.3. Download bez reinicjalizacji.....	199
4.1.11. Analizator logiczny.....	201
4.1.12. Praca z projektem podczas połączenia online ze sterownikiem.....	205
4.2. Diagnostyka i konfiguracja sterownika w trybie online.....	205
4.2.1. Narzędzia online.....	206
4.2.2. Zakładka <i>Diagnostics</i> w oknie inspektora.....	207
4.2.3. Bufor diagnostyczny.....	207
4.2.4. Czas cyklu.....	209
4.2.5. Pamięć.....	209
4.2.6. Interfejs PROFINET.....	209
4.2.6.1. Adresy.....	210
4.2.6.2. Porty.....	210
4.2.7. Nadanie adresu IP.....	211
4.2.8. Ustawienie czasu i daty.....	212
4.2.9. Aktualizacja firmware'u.....	212
4.2.10. Nadanie nazwy.....	213
4.2.11. Przywrócenie ustawień fabrycznych.....	214
4.3. Wyszukiwanie urządzeń w sieci PROFINET.....	215
4.4. Pobranie ustawień i kodu programu ze sterownika do projektu.....	216
4.5. Programowanie sterownika w trybie RUN.....	219
4.6. PLCSIM sterownika S7-1200.....	221
4.7. Przyspieszenie pracy programisty.....	227
4.7.1. Automatyczny zapis projektu.....	227
4.7.2. Praca z edytorami.....	228
4.7.3. Skróty klawiaturowe.....	228
4.7.4. Zewnętrzne narzędzia do diagnostyki i programowania PLC.....	229
4.8. Tworzenie szablonu projektu.....	233
4.9. Ćwiczenia podstawowe.....	240
4.9.1. Operator przypisania – Projekt 1.....	240
4.9.2. Operator AND – Projekt 2.....	243
4.9.3. Operator OR – Projekt 3.....	247
4.9.3.1. Zadania.....	250
4.9.4. Przerzutnik SR – Projekt 4.....	250
4.9.4.1. Zadania.....	254
4.9.5. Instrukcja warunkowa – Projekt 5.....	254
4.9.5.1. Zadania.....	261
4.9.6. Programowe liczniki – Projekt 6.....	261
4.9.6.1. Zadania.....	269
4.9.7. Czasomierze – Projekt 7.....	269
4.9.7.1. Zadania.....	271

---

4.9.8. Przebiegi zegarowe – Projekt 8 .....	273
4.9.8.1. Zadania.....	280
4.9.9. Maszyna stanów – Projekt 9.....	281
4.9.9.1. Zadania.....	294
4.10. Ćwiczenia średniozaawansowane.....	294
4.10.1. Przerwania sprzętowe – Projekt 10.....	294
4.10.1.1. Zadania.....	310
4.10.2. Sprzętowe przerwania czasowe – Projekt 11 .....	311
4.10.2.1. Zadania.....	319
4.10.3. Przetwornik analogowo-cyfrowy – Projekt 12 .....	319
4.10.3.1. Zadania.....	340
4.10.4. Sprzętowy PWM – Projekt 13 .....	340
4.10.4.1. Zadania.....	347
4.10.5. Sprzętowe szybkie liczniki – HSC – Projekt 14.....	347
4.10.5.1. <i>Single counter</i> .....	352
4.10.5.2. <i>Frequency</i> .....	358
4.10.5.3. <i>A/B counter</i> .....	361
4.10.5.4. Zadania.....	370
4.10.6. Regulator PID – Projekt 15 .....	370
4.10.6.1. Dobór typu regulatora do obiektu .....	377
4.10.6.2. Regulator PID_Compact.....	379
4.10.6.3. Zadania.....	392
4.10.7. Modbus TCP – Projekt 16 .....	392
4.10.7.1. MODBUS serwer w sterowniku PLC.....	394
4.10.7.2. MODBUS klient na komputerze klasy PC .....	399
4.10.7.3. Zadania.....	401
4.10.8. <i>Open User Communication</i> – Projekt 17.....	401
4.10.8.1. Konfiguracja funkcji w sterowniku PLC .....	402
4.10.8.2. Wykorzystanie aplikacji testowej połączenia na komputerze klasy PC .....	417
4.10.8.3. Zadania.....	419
4.10.9. Rozbudowa sterownika – Projekt 18.....	419
4.10.9.1. Program Demo .....	421
4.10.9.2. Zadania.....	422
4.11. Zadanie – linia transportowa.....	423
<b>5. Wstęp do wizualizacji.....</b>	<b>425</b>
5.1. Konfiguracja Web Servera.....	426
5.2. Standardowe strony Web Servera .....	428
5.2.1. <i>Introduction</i> .....	428
5.2.2. <i>Start</i> .....	430
5.2.3. <i>Identification</i> .....	431
5.2.4. <i>Diagnostic Buffer</i> .....	431

5.2.5.	<i>Module Information</i> .....	431
5.2.6.	<i>Communication</i> .....	433
5.2.7.	<i>Variable Status</i> .....	435
5.2.8.	<i>File Browser</i> .....	436
5.2.8.1.	<i>DataLogs</i> .....	437
5.2.8.2.	<i>Recipes</i> .....	437
5.2.9.	<i>User pages</i> .....	437
5.3.	Strony użytkownika.....	437
5.3.1.	Szablon strony.....	438
5.3.1.1.	Rodzaj języka.....	438
5.3.1.2.	Znaczniki dokumentu.....	438
5.3.1.3.	Dołączanie informacji.....	439
5.3.1.4.	Treść strony.....	440
5.3.2.	<i>Hello World</i> – pierwsza strona użytkownika.....	440
5.3.3.	Uruchomienie strony użytkownika.....	441
5.3.4.	Polecenia AWP.....	443
5.3.4.1.	Strona <i>Read</i> .....	443
5.3.4.2.	Strona <i>Write</i> .....	446
5.3.4.3.	Strona <i>Enum</i> .....	448
5.4.	Zadanie – sudoku.....	450
	<b>Bibliografia</b> .....	<b>451</b>