

---

<b>Przedmowa</b> .....	<b>12</b>
<b>Wstęp</b> .....	<b>15</b>
<b>1. Pierwsze kroki</b> .....	<b>17</b>
1.1. Własne bezpieczeństwo.....	18
1.2. Wsparcie techniczne.....	19
1.3. Instalacja i konfiguracja pakietu TIA Portal V13.....	20
1.3.1. Opis części składowych środowiska TIA Portal.....	21
1.3.2. Dostępna pomoc w środowisku.....	27
1.3.3. Konfiguracja środowiska.....	28
1.4. Menadżer licencji.....	28
1.5. Automatyczne aktualizacje.....	28
1.6. Pierwszy projekt.....	29
1.6.1. Dodanie sterownika.....	29
1.6.2. Konfiguracja sterownika.....	31
1.6.3. Tworzenie funkcji i bloków danych.....	33
1.6.4. Konfiguracja komputera PC.....	41
1.6.5. Podłączenie elektryczne sterownika.....	41
1.6.6. Programowanie sterownika.....	44
1.6.7. Zadania.....	48
1.7. Sterowniki firmy Siemens.....	48
1.7.1. Charakterystyka ogólna.....	48
1.7.1.1. Zestaw startowy – wprowadzenie do S7-1200.....	50
1.7.1.2. Rozbudowa sterownika.....	51
1.7.1.3. Cykl programu oraz tryby pracy sterownika.....	54
1.7.2. Budowa wewnętrzna.....	56
1.7.2.1. Pamięć.....	56
1.7.2.2. Przerwania.....	58
1.7.2.3. Timery.....	61
1.7.2.3.1. Przerwania cykliczne.....	61
1.7.2.3.2. Licznik.....	62
1.7.2.3.3. PWM.....	63
1.7.2.3.4. PTO.....	65
1.7.2.3.5. Generowanie sprzętowych opóźnień.....	65
1.7.2.3.6. Przerwanie o określonej porze dnia.....	66
1.7.2.4. Zegar czasu rzeczywistego.....	68
1.7.2.5. Przetwornik ADC.....	69
1.7.2.6. Watchdog – kontrola nad cyklem programu.....	71
1.7.2.7. Błędy diagnostyczne.....	73

1.7.2.8. Komunikacja.....	74
1.7.2.9. Zabezpieczenia.....	75
1.7.2.10. Karta pamięci.....	76
1.7.2.11. Bootloader – zdalne programowanie .....	78
<b>2. Język S7-SCL dla sterowników PLC.....</b>	<b>79</b>
2.1. Podstawy .....	80
2.1.1. Komentarze.....	80
2.1.2. Typy zmiennych.....	81
2.1.2.1. Konwersja typów .....	84
2.1.3. Deklarowanie zmiennych.....	85
2.1.4. Deklarowanie stałych .....	91
2.1.4.1. Stałe w <i>PLC tags</i> .....	91
2.1.4.2. Stałe w blokach.....	91
2.1.5. Zakres widoczności zmiennych.....	92
2.1.6. Operatory .....	93
2.1.6.1. Arytmetyczne.....	93
2.1.6.1.1. Modulo MOD.....	94
2.1.6.2. Logiczne.....	95
2.1.6.3. Binarne .....	97
2.1.7. Priorytety operatorów .....	106
2.1.8. Instrukcje sterujące .....	107
2.1.8.1. Instrukcja warunkowa IF, ELSE .....	107
2.1.8.2. CASE...OF .....	109
2.1.8.3. Pętla WHILE...DO .....	110
2.1.8.4. Pętla REPEAT...UNTIL .....	110
2.1.8.5. Pętla FOR.....	111
2.1.8.6. Instrukcja EXIT.....	112
2.1.8.7. Instrukcja CONTINUE .....	113
2.1.8.8. Instrukcja RETURN.....	113
2.1.8.9. Instrukcja GOTO.....	113
2.1.9. Tablice .....	114
2.1.9.1. Tablice wielowymiarowe .....	115
2.1.10. Struktury .....	116
2.1.11. Typ wyliczeniowy .....	118
2.2. Programowanie zaawansowane.....	119
2.2.1. Wskaźniki – adresowanie pośrednie.....	119
2.2.2. Funkcje timerowe.....	123
2.2.2.1. TP ( <i>Generate pulse</i> ).....	123
2.2.2.2. TON ( <i>Generate on-delay</i> ).....	124
2.2.2.3. TOF ( <i>Generate off-delay</i> ) .....	124

---

2.2.2.4.	TONR ( <i>Time accumulator</i> ) .....	125
2.2.2.5.	Funkcje wspomagające .....	126
2.2.3.	Funkcje licznikowe .....	127
2.2.3.1.	CTU ( <i>Count up</i> ) .....	127
2.2.3.2.	CTD ( <i>Counter down</i> ) .....	127
2.2.3.3.	CTUD ( <i>Count up and down</i> ) .....	128
2.2.4.	Funkcje matematyczne .....	129
2.2.5.	Funkcje konwersji liczb zmiennoprzecinkowych .....	133
2.2.6.	Funkcje konwersji łańcuchów znaków .....	134
2.2.7.	Wykrywanie zboczy sygnałów .....	138
2.2.8.	Podstawy regulacji .....	139
2.2.9.	Diagnostyka .....	141
2.2.9.1.	Odczyt statusu diod LED .....	141
2.2.9.2.	Funkcja GET_DIAG() .....	143
2.2.9.3.	Funkcja GET_ERROR() .....	144
2.2.10.	Dzienniki zdarzeń .....	146
2.2.11.	Koncepcja programowania .....	146
2.2.12.	Wskazówki organizacji kodu w projekcie .....	154
<b>3.</b>	<b>Zarządzanie projektem .....</b>	<b>159</b>
3.1.	Wersjonowanie plików w TIA Portal .....	160
3.1.1.	Biblioteka funkcji w projekcie .....	160
3.1.2.	Projekt wzorcowy .....	166
3.2.	Zewnętrzny system wersjonowania .....	169
3.2.1.	Konfiguracja .....	170
3.2.2.	Praca z SVN .....	174
3.3.	Struktura plików SCL .....	178
3.3.1.	Bloki funkcji .....	178
3.3.2.	Bloki danych .....	181
3.3.3.	Struktury .....	182
3.4.	Migracja projektów .....	183
3.5.	Generowanie dokumentacji .....	186
3.6.	Archiwizacja projektu .....	187
<b>4.</b>	<b>Przykładowe zadania projektowe .....</b>	<b>189</b>
4.1.	Debugowanie programu .....	190
4.1.1.	Opis pasków narzędzi .....	190
4.1.1.1.	PLC tags .....	190
4.1.1.2.	Bloki OB, FC, FB .....	192
4.1.1.3.	Blok danych DB .....	195

4.1.2.	Lista powiązań danych.....	196
4.1.3.	Szczegóły o kodzie programu.....	196
4.1.3.1.	Struktura wywołań.....	196
4.1.3.2.	Drzewo zależności.....	197
4.1.3.3.	Lista przypisań.....	198
4.1.3.4.	Zasoby.....	200
4.1.4.	Połączenie się online ze sterownikiem.....	200
4.1.5.	Porównanie projektu offline z online.....	203
4.1.6.	Podgląd stanu konfiguracji sprzętowej.....	203
4.1.7.	Podgląd wykonywanego programu.....	204
4.1.8.	Tablice wymuszeń.....	205
4.1.9.	Tablice monitorujące.....	207
4.1.10.	Praca z blokami danych DB.....	209
4.1.10.1.	Przechwytywanie wartości.....	209
4.1.10.2.	Ponowna inicjalizacja.....	209
4.1.10.3.	Download bez reinicjalizacji.....	211
4.1.11.	Analizator logiczny.....	212
4.1.12.	Praca z projektem podczas połączenia online ze sterownikiem.....	215
4.2.	Diagnostyka i konfiguracja sterownika w trybie online.....	216
4.2.1.	Narzędzia online.....	216
4.2.2.	Zakładka <i>Diagnostics</i> w oknie inspektora.....	217
4.2.3.	Bufor diagnostyczny.....	218
4.2.4.	Czas cyklu.....	218
4.2.5.	Pamięć.....	220
4.2.6.	Interfejs PROFINET.....	220
4.2.6.1.	Adresy.....	220
4.2.6.2.	Porty.....	221
4.2.7.	Nadanie adresu IP.....	221
4.2.8.	Ustawienie czasu i daty.....	222
4.2.9.	Aktualizacja firmware'u.....	222
4.2.10.	Nadanie nazwy.....	224
4.2.11.	Przywrócenie ustawień fabrycznych.....	224
4.3.	Wyszukiwanie urządzeń w sieci.....	225
4.4.	Upload programu ze sterownika do projektu.....	226
4.5.	Download w trybie RUN.....	230
4.6.	Symulator sterownika.....	232
4.7.	Przyspieszenie pracy programisty.....	237
4.7.1.	AutoSaver.....	237
4.7.2.	Podział obszaru roboczego.....	238

---

4.7.3.	Najważniejsze skróty klawiaturowe .....	238
4.8.	Tworzenie szablonu projektu .....	243
4.9.	Ćwiczenia podstawowe .....	248
4.9.1.	Kontrola furtki – rozgrzewka .....	248
4.9.2.	Sterowanie wiertarką – operator AND .....	252
4.9.3.	Kontrola oświetlenia – operator OR .....	255
4.9.3.1.	Zadania .....	258
4.9.4.	Popychacz – przerzutnik SR .....	258
4.9.4.1.	Zadania .....	261
4.9.5.	Kontrola taśmociągu .....	263
4.9.5.1.	Zadania .....	267
4.9.6.	Kontrola miejsc na parkingu – liczniki .....	267
4.9.6.1.	Zadania .....	274
4.9.7.	Kontrola wiertarki – timer TON .....	274
4.9.7.1.	Zadania .....	275
4.9.8.	Sygnalizacja ostrzegawcza – generator sygnału zegarowego .....	275
4.9.8.1.	Zadania .....	280
4.9.9.	Przepompownia wody – maszyna stanów .....	280
4.9.9.1.	Zadania .....	289
4.10.	Ćwiczenia średnio zaawansowane .....	290
4.10.1.	Rejestracja osób w sklepie – sprzętowe przerwania .....	290
4.10.1.1.	Zadania .....	299
4.10.2.	Otwieranie furtki oraz bramy – przerwania <i>Time of day</i> oraz <i>Time delay interrupt</i> .....	299
4.10.2.1.	Zadania .....	306
4.10.3.	Oszczędne pomieszczenie – przetwornik ADC oraz przerwanie diagnostyczne .....	306
4.10.3.1.	Zadania .....	318
4.10.4.	Sygnalizacja informacyjna – PWM .....	319
4.10.4.1.	Zadania .....	324
4.10.5.	Linia technologiczna – sprzętowe szybkie liczniki .....	326
4.10.5.1.	<i>Singel counter</i> .....	329
4.10.5.2.	<i>Frequency</i> .....	333
4.10.5.3.	<i>A/B counter</i> .....	335
4.10.5.4.	Programowa obsługa enkodera .....	340
4.10.5.5.	Zadania .....	342
4.10.6.	Kocioł centralnego ogrzewania – regulator PID .....	342
4.10.6.1.	Dobór typu regulatora do obiektu .....	348
4.10.6.2.	Regulator PID_Compact .....	350
4.10.6.3.	Programowy regulator PID .....	361

4.10.6.4. Zadania.....	376
4.10.7. Zdalne sterowanie – modbus TCP .....	376
4.10.7.1. MODBUS serwer w sterowniku PLC.....	377
4.10.7.2. MODBUS klient na komputerze klasy PC .....	379
4.10.7.3. Zadania.....	381
4.10.8. Zdalne sterowanie – funkcja TSEND_C() oraz TRCV_C() .....	382
4.10.8.1. Konfiguracja funkcji w sterowniku PLC .....	382
4.10.8.2. Wykorzystanie aplikacji testowej połączenia na komputerze klasy PC .....	393
4.10.8.3. Zadania.....	395
4.10.9. Raportowanie procesu – serwer FTP.....	395
4.10.9.1. Funkcje komunikujące się z serwerem .....	396
4.10.9.2. Zapis danych na serwer.....	398
4.10.9.3. Odczyt danych z serwera .....	407
4.10.9.4. Zadania.....	410
4.10.10. Akwizycja danych – programowy RS-232.....	411
4.10.10.1. Opis protokołu .....	414
4.10.10.2. Implementacja stałych.....	415
4.10.10.3. Implementacja odbioru .....	417
4.10.10.4. Implementacja wysyłania.....	422
4.10.10.5. Odczyt danych identyfikacyjnych sterownika .....	425
4.10.10.6. Zadania.....	431
4.10.11. Prezentacja sterownika – rozbudowa o płytkę sygnałową .....	431
4.10.11.1. Program Demo .....	433
4.10.11.2. Zadania.....	434
4.11. Zadanie – linia transportowa.....	434
<b>5. Wstęp do wizualizacji.....</b>	<b>437</b>
5.1. Konfiguracja Web Servera.....	438
5.2. Standardowe strony Web Servera .....	440
5.2.1. <i>Introduction</i> .....	440
5.2.2. <i>Start</i> .....	442
5.2.3. <i>Identification</i> .....	443
5.2.4. <i>Diagnostic Buffer</i> .....	443
5.2.5. <i>Module Information</i> .....	443
5.2.6. <i>Communication</i> .....	446
5.2.7. <i>Variable Status</i> .....	447
5.2.8. <i>File Browser</i> .....	448
5.2.8.1. <i>DataLogs</i> .....	448
5.2.8.2. <i>Recipes</i> .....	449
5.2.9. <i>User pages</i> .....	449

---

5.3.	Strony użytkownika .....	449
5.3.1.	Szablon strony .....	450
5.3.1.1.	Rodzaj języka .....	451
5.3.1.2.	Znaczniki dokumentu .....	451
5.3.1.3.	Dołączanie informacji .....	451
5.3.1.4.	Treść strony .....	452
5.3.2.	<i>Hello World</i> – pierwsza strona użytkownika .....	452
5.3.3.	Uruchomienie strony użytkownika .....	453
5.3.4.	Polecenia AWP .....	456
5.3.4.1.	Strona <i>Read</i> .....	456
5.3.4.2.	Strona <i>Write</i> .....	458
5.3.4.3.	Strona <i>Enum</i> .....	460
5.4.	Diagnostyka sterownika – projekt .....	462
5.4.1.	Program w sterowniku .....	463
5.4.1.1.	Warstwa sprzętowa .....	463
5.4.1.1.1.	Moduł <i>Digital IO</i> .....	464
5.4.1.1.2.	Moduł LED .....	464
5.4.1.1.3.	Moduł RDREC .....	464
5.4.1.1.4.	Moduł <i>Runtime</i> .....	465
5.4.1.1.5.	Moduł <i>Set IP</i> .....	466
5.4.1.1.6.	Moduł <i>Other</i> .....	468
5.4.1.2.	Warstwa wizualizacji .....	469
5.4.1.2.1.	Moduł <i>Digital IO</i> .....	469
5.4.1.2.2.	Warstwa <i>Error</i> .....	470
5.4.1.2.3.	Moduł IP .....	471
5.4.1.2.4.	Moduł LED .....	472
5.4.1.2.5.	Moduł <i>PLC Identification</i> .....	472
5.4.1.2.6.	Moduł <i>Runtime</i> .....	473
5.4.1.2.7.	Moduł <i>Stop PLC</i> .....	473
5.4.1.3.	Warstwa błędów .....	473
5.4.1.3.1.	Moduł <i>GetError</i> .....	473
5.4.1.3.2.	Moduł OB .....	479
5.4.1.3.3.	Moduł <i>SoftwareError</i> .....	481
5.4.1.3.4.	Moduł <i>Diagnostic Buffer</i> .....	484
5.4.1.3.5.	Moduł <i>Check Error</i> .....	484
5.4.1.3.6.	Moduł <i>Reset</i> .....	485
5.4.1.4.	Warstwa logiczna .....	487
5.4.1.4.1.	Moduł <i>Digital IO</i> .....	487
5.4.1.4.2.	Moduł <i>PLC Identification</i> .....	488
5.4.1.4.3.	Moduł IP .....	490

---

5.4.1.4.4. Moduł LED .....	497
5.4.1.4.5. Moduł <i>Runtime</i> .....	497
5.4.1.4.6. Moduł <i>Stop PLC</i> .....	498
5.4.2. Konfiguracja i uruchomienie .....	498
5.4.3. Strona <i>www</i> .....	499
5.4.3.1. Strona <i>Login</i> .....	499
5.4.3.2. Strona <i>Info</i> .....	502
5.4.3.3. Strona <i>Digital IO</i> .....	503
5.4.3.4. Strona <i>Set IP</i> .....	503
5.4.3.5. Strona <i>Error</i> .....	503
5.4.4. Zadania .....	505
5.5. Projekt inteligentny dom .....	506
5.5.1. Schemat elektryczny .....	507
5.5.2. Warstwa sprzętowa .....	510
5.5.2.1. Moduł <i>DataLog</i> .....	510
5.5.2.2. Moduł <i>Digital IO</i> .....	515
5.5.2.3. Moduł <i>HSC</i> .....	515
5.5.2.4. Moduł <i>PLC Time</i> .....	516
5.5.2.5. Moduł <i>PWM</i> .....	517
5.5.2.6. Moduł <i>Recipe</i> .....	517
5.5.3. Warstwa wizualizacji .....	519
5.5.3.1. Moduł <i>Digital IO</i> .....	519
5.5.3.2. Warstwa <i>Error</i> .....	519
5.5.3.3. Moduł <i>Light</i> .....	519
5.5.3.4. Moduł <i>PLC Time</i> .....	521
5.5.3.5. Moduł <i>Temperature</i> .....	522
5.5.4. Warstwa błędów .....	523
5.5.5. Warstwa logiczna .....	523
5.5.5.1. Moduł <i>ADC</i> .....	523
5.5.5.2. Moduł <i>DataLog</i> .....	525
5.5.5.3. Moduł <i>Digital IO</i> .....	531
5.5.5.4. Moduł <i>Light Control</i> .....	531
5.5.5.4.1. Receptury .....	537
5.5.5.4.2. Sceny .....	544
5.5.5.5. Moduł <i>PLC Time</i> .....	548
5.5.6. Konfiguracja i uruchomienie .....	550
5.5.7. Strona <i>www</i> .....	551
5.5.7.1. Strona <i>Login</i> .....	551
5.5.7.2. Strona <i>Info</i> .....	551
5.5.7.3. Strona <i>Light</i> .....	551



---

5.5.7.4. Strona <i>Time</i> .....	555
5.5.7.5. Strona <i>Error</i> .....	555
5.5.8. Zadania .....	555
5.6. Testy jednostkowe.....	556
5.6.1. Przykład praktyczny .....	556
5.6.2. Zadania .....	559
5.7. Zadanie – sudoku .....	559
<b>Bibliografia.....</b>	<b>561</b>