
Przedmowa	12
Wstęp	15
1. Pierwsze kroki	17
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
2.	Język S7-SCL dla sterowników PLC.....	79
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
3.	Zarządzanie projektem	159
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
4.	Przykładowe zadania projektowe	189
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
5. Wstęp do wizualizacji.....	437
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 HSC	515
5.5.2.4. Moduł <i>PLC Time</i>	516
5.5.2.5. Moduł PWM	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 ADC	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
Bibliografia.....	561