

Od Autora	8
1. Programowalne sterowniki i panele operatorskie stosowane w automatyce	9
1.1. Ogólne zasady budowy i działania sterowników	10
1.2. Podstawowe parametry sterownika S7-1200.....	13
1.3. Ogólne dane o panelach operatorskich	16
1.4. Charakterystyka paneli dotykowych serii SIMATIC HMI Basic Panels.....	19
2. Podstawy działania sterownika	21
2.1. Architektura sterowników SIMATIC S7.....	25
2.1.1. Model jednostki centralnej	25
2.1.2. System wykonawczy i typy bloków organizacyjnych.....	27
2.1.3. Priorytetowość	28
2.1.4. Model pamięci	29
2.1.5. Architektura blokowa – strukturyzacja oprogramowania.....	30
2.2. Typy bloków	35
2.3. Przechowywanie danych, obszary pamięci i adresowanie	38
2.4. Typy danych.....	43
2.5. Środowisko programistyczne sterownika (TIA)	46
2.6. Uruchamianie sterownika	48
2.7. Języki programowania w środowisku Step 7	51
3. Instrukcje podstawowe i przykłady ich zastosowań	53
3.1. Instrukcje związane z budowaniem programu (<i>General</i>).....	56
3.2. Operacje na bitach (<i>Bit logic operations</i>)	56
3.2.1. Styk normalnie otwarty, normalnie zamknięty, cewka wyjściowa oraz zanegowana cewka wyjściowa	58
3.2.2. Negacja funkcji logicznej (NOT).....	59
3.2.3. Ustawianie i kasowanie bitu (S i R).....	60
3.2.4. Ustawianie i kasowanie określonego obszaru pamięci (SET_BF i RESET_BF)	61
3.2.5. Przerzutnik SR i RS	61
3.2.6. Wykrywanie zbocza sygnału i bitu RLO (P, N, P_TRIG, N_TRIG).....	62
3.2.7. Przeciąganie elementów pomiędzy edytorami	65
3.3. Operacje na zegarach (<i>Timer operations</i>).....	65
3.3.1. Zastosowanie elementów z biblioteki zegarów	68
3.3.2. Rozszerzanie zakresu działania zegarów	72
3.4. Operacje na licznikach (<i>Counter operations</i>)	73
3.4.1. Zastosowanie elementów z biblioteki liczników.....	76
3.4.2. Rozszerzanie zakresu liczników	78
3.5. Operacje porównania (<i>Comparator operations</i>).....	79
3.5.1. Komparatory.....	79
3.5.2. Instrukcje porównania z przedziałem IN_RANGE, OUT_RANGE.....	81
3.5.3. Instrukcje badania liczb zmiennoprzecinkowych OK i NOT_OK	83

3.6.	Operacje arytmetyczne (<i>Math functions</i>).....	83
3.7.	Instrukcje przenoszenia danych (<i>Move operations</i>).....	88
3.7.1.	Instrukcja MOVE.....	88
3.7.2.	Instrukcje <i>FieldRead</i> i <i>FieldWrite</i>	89
3.7.3.	Instrukcje MOVE_BLK i UMOVE_BLK.....	90
3.7.4.	Instrukcje FILL_BLK i UFILL_BLK.....	92
3.7.5.	Instrukcja SWAP.....	93
3.8.	Instrukcje konwersji danych (<i>Conversion operations</i>).....	94
3.9.	Instrukcje sterowania programem (<i>Program control operations</i>).....	98
3.10.	Operacje logiczne na słowach (<i>Word Logic operations</i>).....	106
3.11.	Operacje przesuwania i rotacji danych (<i>Shift and Rotate</i>).....	109
3.12.	Bity i zegary systemowe.....	111
4.	Instrukcje rozszerzone i przykłady ich zastosowań.....	113
4.1.	Instrukcje operujące na zmiennych typu <i>Time</i> oraz <i>DTL</i> (<i>Date and time-of-day</i>).....	114
4.1.1.	Instrukcja konwertująca jednostki czasu T_CONV.....	115
4.1.2.	Instrukcja sumy arytmetycznej na jednostkach czasu T_ADD.....	117
4.1.3.	Instrukcja różnicy arytmetycznej na jednostkach czasu T_SUB.....	118
4.1.4.	Instrukcja różnicy czasu między zmiennymi czasu – T_DIFF.....	121
4.1.5.	Instrukcja scalająca zmienne czasu – T_COMBINE.....	122
4.1.6.	Instrukcje zegara czasu rzeczywistego (<i>Clock functions</i>).....	123
4.2.	Instrukcje dotyczące znaków i łańcuchów znaków (<i>String + Char</i>).....	130
4.2.1.	Instrukcja przeniesienia łańcucha znaków S_MOVE.....	132
4.2.2.	Instrukcja konwersji znaków i łańcuchów znaków S_CONV.....	133
4.2.2.1.	Konwersja łańcucha znaków na liczbę.....	133
4.2.2.2.	Konwersja liczby na łańcuch znaków.....	134
4.2.3.	Instrukcja konwersji łańcucha znaków STRG_VAL.....	136
4.2.4.	Instrukcja konwersji łańcucha znaków VAL_STRG.....	138
4.2.5.	Instrukcja konwersji łańcucha znaków do tablicy zmiennych typu CHAR – Strg_TO_Chars.....	141
4.2.6.	Instrukcja konwersji tablicy zmiennych typu CHAR do łańcucha znaków – Chars_TO_String.....	143
4.2.7.	Instrukcja konwersji łańcucha znaków do ciągu liczb szesnastkowych – ATH.....	145
4.2.8.	Instrukcja konwersji ciągu liczb szesnastkowych do łańcucha znaków – HTA.....	146
4.2.9.	Operacje wykonywane na łańcuchach znaków.....	147
4.3.	Instrukcje obsługi rozproszonych wejść/wyjść (<i>Distributed I/O</i>).....	155
4.4.	Instrukcje obsługi przerwania (<i>Interrupts</i>).....	158
4.4.1.	Instrukcje ATTACH i DETACH – przerwania sprzętowe.....	160
4.4.2.	Przerwania cykliczne – instrukcje SET_CINT, QRY_CINT.....	162
4.4.3.	Opóźnione przerwania – <i>Time-delay interrupt</i>	166
4.4.4.	Przerwania asynchroniczne – instrukcje EN_AIRT, DIS_AIRT.....	170
4.5.	Instrukcje diagnostyczne (<i>Diagnostics</i>).....	170
4.5.1.	Instrukcja odczytu statusu diod LED urządzeń – LED.....	171
4.5.2.	Instrukcja odczytu statusu urządzeń wejścia/wyjścia – <i>DeviceStates</i>	174

4.5.3.	Instrukcja odczytu statusu modułów wejścia/wyjścia – <i>ModuleStates</i>	175
4.5.4.	Instrukcja odczytu bufora diagnostycznego – <i>GET_DIAG</i>	175
4.6.	Instrukcja generowania impulsów (<i>Pulse</i>)	177
4.7.	Rejestrowanie danych w plikach .csv (<i>Data Logging</i>)	181
4.8.	Instrukcje sterowania danymi (<i>Data block control</i>)	183
5.	Zastosowanie regulatora PID w sterowaniu procesami	185
5.1.	Układ regulacji i rola elementu wykonawczego	186
5.2.	Obiekty regulacji	187
5.3.	Parametry odpowiedzi skokowej	188
5.4.	Regulator impulsowy	190
5.5.	Reakcje procesu na zmiany wartości zadanej i zakłócenia	192
5.6.	Odpowiedzi różnych struktur regulatora na skokową zmianę wartości wejściowej	193
5.7.	Dobór typu regulatora do układu	198
5.8.	Instrukcja regulatora <i>PID_Compact</i> w S7-1200	199
5.8.1.	Konfiguracja regulatora <i>PID_Compact</i>	204
5.8.1.1.	Parametry podstawowe	204
5.8.1.2.	Ustawienia zaawansowane	205
5.8.2.	Uruchomienie regulatora <i>PID_Compact</i>	207
5.8.2.1.	Samodostrajanie parametrów podczas uruchamiania regulatora	207
5.8.2.2.	Samodostrajanie parametrów regulatora w czasie pracy	208
5.8.2.3.	Wizualizacja sygnałów	208
5.8.3.	Przykład zastosowania regulatora <i>PID_Compact</i>	209
5.8.4.	Przykład umożliwiający wizualizację przebiegu sygnału wejściowego i wyjściowego z obiektu wirtualnego	218
5.8.5.	Wykorzystanie ekranu KTP600 Basic do dostrajania i wizualizacji pracy regulatora <i>PID_Compact</i>	224
6.	Komunikacja	229
6.1.	Sieć PROFIBUS	230
6.1.1.	Moduły komunikacyjne	231
6.1.2.	Warianty komunikacji	232
6.1.3.	Konfiguracja	232
6.2.	Sieć PROFINET	235
6.2.1.	Protokoły komunikacyjne	237
6.2.2.	Konfiguracja	238
6.2.2.1.	Podstawowe definicje	238
6.2.2.2.	Urządzenie programujące	238
6.2.2.3.	Nadawanie adresu IP CPU w trybie online	239
6.2.2.4.	Konfiguracja adresu IP CPU z poziomu projektu	240
6.2.2.5.	Łączenie urządzeń w podsieć	241
6.3.	Biblioteka <i>Communication</i>	241
6.4.	Biblioteka <i>S7 communication</i>	243

6.5.	Biblioteka <i>Open user communication</i>	245
6.5.1.	Nawiązywania połączenia	245
6.5.2.	Instrukcje TSEND_C i TRCV_C	247
6.5.3.	Instrukcje TCON i TDISCON	249
6.5.4.	Instrukcje TSEND i TRCV	250
6.5.5.	Instrukcje TUSEND i TURCV	251
6.5.6.	Instrukcje T_CONFIG	252
6.6.	Przykład komunikacji PLC-PLC z blokami T	253
6.6.1.	Przykład A – TSEND_C i TRCV_C	253
6.6.1.1.	Program dla sterownika aktywnego	254
6.6.1.2.	Program dla sterownika pasywnego	257
6.6.1.3.	Symulacja przesyłania danych	259
6.6.2.	Przykład B – TCON, TDISCON, TSEND i TRCV	260
6.6.2.1.	Ustawienia wspólne	261
6.6.2.2.	Program dla sterownika aktywnego	263
6.6.2.3.	Program dla sterownika pasywnego	264
6.7.	Protokoły komunikacyjne PtP, USS oraz Modbus	264
6.7.1.	Wykorzystanie interfejsów komunikacyjnych RS232 i RS485	265
6.7.2.	Instrukcje PtP	266
6.7.3.	Instrukcje obsługujące protokół Modbus	267
7.	Webserwer	269
7.1.	Uaktywnianie webserwera	270
7.2.	Strony standardowe	271
7.3.	Strony użytkownika	277
7.3.1.	Polecenia AWP	278
7.3.1.1.	Składnia poleceń AWP	279
7.3.1.2.	Czytanie znaczników	280
7.3.1.3.	Zapisywanie znaczników	281
7.3.1.4.	Czytanie specjalnych znaczników	281
7.3.1.5.	Zapisywanie specjalnych znaczników	282
7.3.1.6.	Definiowanie wyliczeń	283
7.3.1.7.	Przypisywanie znaczników do wyliczeń	283
7.3.1.8.	Definiowanie fragmentów	284
7.3.1.9.	Importowanie fragmentów	284
7.3.2.	Konfiguracja	285
7.4.	Przykład wykorzystania poleceń AWP do budowy strony	286
7.4.1.	Strona WEB	286
7.4.2.	Przygotowanie modelu kotłowni	287
7.4.3.	Budowa kodu źródłowego strony	287
7.4.4.	Konfiguracja	290
7.4.5.	Informacje dodatkowe	291
8.	Napędy elektryczne	293
8.1.	Silniki wykorzystywane w automatyce	294
8.1.1.	Silniki bezszczotkowe prądu stałego	295

8.1.2.	Silniki prądu przemiennego.....	297
8.1.3.	Silniki liniowe.....	299
8.1.4.	Silniki skokowe (krokowe).....	300
8.2.	Serwonapędy.....	303
8.3.	Sterowanie napędami z wykorzystaniem sterownika PLC.....	305
9.	Sterowanie modulacją szerokości impulsów bezszczotkowym silnikiem prądu stałego.....	307
9.1.	Zasada działania modulacji szerokości impulsów (PWM).....	308
9.2.	Praktyczne rozwiązanie regulacji.....	309
9.3.	Opis programu i wizualizacji.....	311
10.	Sterowanie silnikiem skokowym z wykorzystaniem szybkich wyjść PTO sterownika Siemens S7-1200.....	325
10.1.	Sposoby sterowania silnikami skokowymi.....	326
10.2.	Konfiguracja sterownika silników krokowych SMC 64v2.....	328
10.3.	Układ sterowania.....	331
10.4.	Konfiguracja wyjścia impulsowego PTO sterownika S7-1200.....	333
10.5.	Opis programu oraz wizualizacji sterowania silnikiem przy użyciu wyjścia impulsowego i instrukcji z biblioteki <i>Motion Control</i>	341
11.	Sterownik Siemens S7-1200 w sterowaniu napędem prądu przemiennego.....	355
11.1.	Przebiegi częstotliwości w sterowaniu napędem indukcyjnym.....	356
11.2.	Układ sterowania.....	360
11.3.	Przebiegi częstotliwości Micromaster 420 oraz jego parametryzacja.....	363
11.4.	Opis protokołu komunikacyjnego USS oraz biblioteki.....	368
11.5.	Opis programu oraz wizualizacji.....	374
12.	Sterowanie serwonapędem Sinamics S110 w trybie prostego pozycjonowania z wykorzystaniem sterownika S7-1200.....	385
12.1.	Układ sterowania.....	386
12.2.	Komunikacja z napędem.....	389
12.3.	Konfiguracja napędu do pozycjonowania.....	391
12.4.	Opis programu i wizualizacji.....	405
13.	Podsumowanie.....	411
	Załącznik.....	413
	Spis literatury.....	418