

---

<b>1. Programowalne sterowniki i panele operatorskie stosowane w automatyce</b> .....	<b>11</b>
1.1. Ogólne zasady budowy i działania sterowników.....	12
1.2. Podstawowe parametry sterowników S7-1200 i S7-1500.....	15
1.3. Ogólne dane o panelach operatorskich.....	18
1.4. Charakterystyka paneli operatorskich SIMATIC HMI.....	20
1.5. Procedura projektowania nowego ekranu.....	22
1.5.1. Wybór obiektów na ekranie.....	25
1.5.2. Fizyczne przyciski funkcyjne.....	26
1.5.3. Zdarzenia.....	27
1.5.4. Animacje obiektów.....	30
1.5.5. Właściwości dodatkowe.....	31
<b>2. Podstawy działania sterownika</b> .....	<b>33</b>
2.1. Architektura sterowników SIMATIC S7.....	38
2.1.1. Model jednostki centralnej.....	39
2.1.2. System wykonawczy i typy bloków organizacyjnych.....	39
2.1.3. Priorytetowość.....	41
2.1.4. Model pamięci.....	41
2.1.5. Architektura blokowa – strukturyzacja oprogramowania.....	43
2.2. Typy bloków.....	48
2.3. Przechowywanie danych, obszary pamięci i adresowanie.....	52
2.4. Typy danych.....	58
2.5. Środowisko programistyczne sterownika.....	62
2.6. Uruchamianie sterownika.....	64
2.7. Symulator pracy sterownika.....	67
2.8. Języki programowania w środowisku STEP7.....	69
2.9. Typy adresowania.....	71
2.10. Definiowanie zmiennych globalnych i lokalnych oraz stałych.....	72
<b>3. Język tekstu strukturalnego</b> .....	<b>75</b>
3.1. Podstawowe elementy języka tekstu strukturalnego.....	76
3.2. Wyrażenia języka tekstu strukturalnego.....	77
3.3. Operatory języka tekstu strukturalnego.....	79
3.4. Konwersja typu zmiennych.....	79
3.5. Instrukcje w języku tekstu strukturalnego.....	80
3.6. Wywołanie funkcji i bloków funkcji w języku SCL.....	92

<b>4. Instrukcje podstawowe i przykłady ich zastosowań</b> .....	<b>95</b>
4.1. Podstawowe wyrażenia logiczne ( <i>Bit logic operations</i> ).....	97
4.2. Biblioteka zegarów ( <i>Timer operations</i> ).....	100
4.2.1. Generator impulsu TP o określonym czasie trwania.....	103
4.2.2. Zegar opóźnienia załączenia TON o określony czas .....	104
4.2.3. Opóźnienie wyłączenia TOF o określony czas .....	105
4.2.4. Opóźnienie załączenia TONR po zsumowanym czasie .....	107
4.2.5. Przykłady wykorzystania zegarów.....	108
4.3. Biblioteka liczników ( <i>Counter operations</i> ) .....	109
4.3.1. Licznik zliczający w górę CTU .....	110
4.3.2. Licznik zliczający w dół CTD .....	111
4.3.3. Licznik zliczający w górę i w dół CTUD .....	112
4.3.4. Przykłady zastosowań liczników .....	114
4.4. Instrukcje funkcji matematycznych ( <i>Math functions</i> ).....	116
4.4.1. Deklaracja tablic i wpisywanie do nich danych.....	117
4.4.2. Działania na macierzach .....	120
4.5. Instrukcje przenoszenia bloku danych ( <i>Move operations</i> ).....	123
4.5.1. Instrukcje przenoszenia obszarów danych MOVE_BLK i UMOVE_BLK .....	123
4.5.2. Instrukcje wypełniania tablic FILL_BLK i UFILL_BLK .....	125
4.5.3. Instrukcja alokacji bajtów w danych SWAP .....	126
4.5.4. Tablicowe bloki danych ( <i>Array data blocks</i> ).....	127
4.6. Adresowanie pośrednie ( <i>Move operations</i> ) .....	128
4.6.1. Indeksowanie pośrednie tablic .....	128
4.6.2. Instrukcje z biblioteki <i>Move operations</i> do adresowania pośredniego .....	129
4.7. Operacje konwersji danych ( <i>Conversion operations</i> ).....	131
4.7.1. Konwersja typu danych CONVERT .....	132
4.7.2. Zaokrąglanie liczby zmiennoprzecinkowej ROUND .....	132
4.7.3. Zaokrąglanie liczby zmiennoprzecinkowej w górę CEIL.....	133
4.7.4. Zaokrąglanie liczby zmiennoprzecinkowej w dół FLOOR .....	133
4.7.5. Zaokrąglanie przez obcięcie TRUNC .....	134
4.7.6. Skalowanie SCALE_X .....	134
4.7.7. Normalizacja NORM_X .....	135
4.7.8. Przykład normalizacji i skalowania toru zadawania impulsów do silnika skokowego .....	136
4.7.9. Konwersja wskaźnika VARIANT na wskaźnik DB_ANY VARIANT_TO_DB_ANY.....	136

4.7.10.	Konwersja wskaźnika DB_ANY na wskaźnik VARIANT DB_ANY_TO_VARIANT .....	138
4.8.	Operacje logiczne na słowach ( <i>Word logic operations</i> ) .....	138
4.8.1.	Ustawianie w słowie bitu na stan wysoki DECO .....	138
4.8.2.	Odczytanie adresu w słowie najmniej znaczącego bitu o wysokim stanie ENCO.....	139
4.8.3.	Kopiowanie jednego z dwóch wejść na wyjście SELECT .....	140
4.8.4.	Kopiowanie jednego z wielu parametrów wejściowych na wyjście MUX.....	140
4.8.5.	Kopiowanie wartości wejścia na wybrane wyjście DEMUX .....	141
4.9.	Operacje przesuwania i rotacji danych ( <i>Shift and Rotate</i> ) .....	141
4.10.	Instrukcje dodatkowe ( <i>Additional instructions</i> ).....	142
4.10.1.	Realizacja sekwensera DRUM.....	143
4.10.2.	Dyskretny alarm na czas trwania stanu DCAT .....	144
4.10.3.	Alarm sterowany czasem trwania stanu MCAT .....	145
4.10.3.	Porównanie wektora z maską IMC .....	146
4.10.4.	Porównanie macierzy bitów z macierzą maski SMC.....	147
4.10.5.	Kompensator całkująco-różniczkujący LEAD_LAG .....	147
4.10.6.	Konwersja słowa na ciąg bitów dla wyświetlacza siedmiosegmentowego SEG .....	148
4.10.7.	Dopełnienie do dziesięciu 7-cyfrowej liczby w kodzie BCD BCD CPL.....	149
4.10.8.	Określanie liczby ustawionych bitów w słowie BITSUM.....	149
4.11.	Konfiguracja analogowego toru pomiarowego .....	149
<b>5.</b>	<b>Instrukcje rozszerzone i przykłady ich zastosowań.....</b>	<b>159</b>
5.1.	Instrukcje operujące na czasie i kalendarzu ( <i>Date and time-of-day</i> ).....	160
5.1.1.	Konwersja jednostek czasu T_CONV .....	163
5.1.2.	Suma arytmetyczna jednostek czasu T_ADD.....	164
5.1.3.	Różnica arytmetyczna jednostek czasu T_SUB.....	164
5.1.4.	Różnica czasu między zmiennymi czasu T_DIFF .....	165
5.1.5.	Scalanie zmiennych czasu T_COMBINE.....	165
5.1.6.	Ustawienie daty i czasu zegara w CPU – WR_SYS_T.....	166
5.1.7.	Odczytanie daty i czasu zegara w CPU – RD_SYS_T .....	166
5.1.8.	Odczytanie czasu lokalnego – RD_LOC_T .....	167
5.1.9.	Ustawienia czasu lokalnego – WR_LOC_T .....	167
5.1.10.	Ustawienie strefy czasowej i czasu letniego, obliczenie czasu lokalnego – SET_TIMEZONE .....	167
5.1.11.	Synchronizacja zegaru slave – SNC_RTCB .....	169

5.1.12.	Odczyt czasu systemowego – TIME_TCK.....	169
5.1.13.	Pomiar czasu pracy – RTM.....	169
5.2.	Instrukcje operujące na znakach i łańcuchach znaków <i>String + Char</i> .....	170
5.2.1.	Konwersja znaków i łańcuchów znaków S_CONV.....	170
5.2.2.	Konwersja łańcucha znaków na tablicę zmiennych – Strg_TO_Chars.....	172
5.2.3.	Konwersja tablicy zmiennych na łańcuch znaków – Chars_TO_Strg.....	172
5.2.4.	Konwersja łańcucha znaków na ciąg liczb szesnastkowych – ATH.....	173
5.2.5.	Konwersja ciągu liczb szesnastkowych na łańcuch znaków – HTA.....	173
5.2.6.	Długość łańcucha znaków – LEN.....	174
5.2.7.	Połączenie łańcuchów – CONCAT.....	174
5.2.8.	Odczytanie znaków z lewej strony łańcucha – LEFT.....	174
5.2.9.	Odczytanie znaków z prawej strony łańcucha – RIGHT.....	175
5.2.10.	Odczytanie znaków ze środka łańcucha – MID.....	175
5.2.11.	Usunięcie elementów z łańcucha – DELETE.....	175
5.2.12.	Wstawienie znaków do łańcucha – INSERT.....	176
5.2.13.	Zastąpienie elementów w łańcuchu REPLACE.....	176
5.2.14.	Wyszukanie elementów w ciągu FIND.....	177
5.3.	Odświeżanie i synchronizacja obrazu procesu ( <i>Process image</i> ).....	177
5.4.	Instrukcje obsługi rozproszonych wejść/wyjść ( <i>Distributed I/O</i> ).....	178
5.5.	Oszczędzanie energii ( <i>PROFIenergy</i> ).....	183
5.6.	Zapisywanie i transfer rejestrów danych ( <i>Module parameter assignment</i> ).....	187
5.7.	Instrukcje obsługi przerwania ( <i>Interrupts</i> ).....	188
5.7.1.	Przerwania sprzętowe – instrukcje ATTACH i DETACH.....	189
5.7.2.	Przerwania cykliczne – instrukcje SET_CINT, QRY_CINT.....	193
5.7.3.	Opóźnione przerwania – <i>Time-delay interrupt</i> .....	196
5.7.5.	Przerwania zdarzeń błędów asynchronicznych – instrukcje DIS_IRT, EN_IRT, DIS_AIRT i EN_AIRT.....	200
5.8.	Alarmy ( <i>Alarming</i> ).....	202
5.9.	Instrukcje diagnostyczne ( <i>Diagnostics</i> ).....	204
5.9.1.	Instrukcja odczytu statusu diod LED w sterowniku – LED.....	204
5.9.2.	Instrukcja odczytu statusu urządzeń wejścia/wyjścia – DeviceStates.....	207
5.9.3.	Instrukcja odczytu statusu modułów wejścia/wyjścia – ModuleStates.....	208
5.9.4.	Instrukcja odczytu bufora diagnostycznego – GET_DIAG i GEN_DIAG.....	209
5.10.	Instrukcja generowania receptur i dziennika danych.....	211
5.11.	Instrukcje sterowania danymi ( <i>Data block control</i> ).....	215
5.12.	Instrukcje konwertowania adresowania ( <i>Addressing</i> ).....	216
5.13.	Instrukcja generowania impulsów ( <i>Pulse</i> ).....	218

---

<b>6. Instrukcje technologiczne</b> .....	<b>223</b>
6.1. Układ regulacji i rola elementu wykonawczego.....	224
6.2. Osie, napędy i enkodery.....	227
6.3. Sterowanie silnikiem skokowym.....	236
6.4. Zestaw instrukcji do sterowania ruchem ( <i>Motion Control</i> ).....	250
6.5. Instrukcja sterowania szybkim licznikiem i wyjście impulsowe.....	267
6.5.1. Instrukcja szybkiego licznika CTRL_HSC w sterowniku S7-1200.....	267
6.5.2. Konfiguracja wyjścia PTO/PWM w sterowniku S7-1200.....	270
6.5.3. Moduły technologiczne i instrukcja High_Speed_Counters w sterowniku S7-1500.....	272
6.6. Konfiguracja osi w zakładce <i>Technological Objects</i> dla S7-1200.....	281
6.7. Konfiguracja osi w zakładce <i>Technological Objects</i> dla S7-1500.....	290
6.8. Instrukcja regulatora PID_Compact w sterownikach S7-1500.....	299
6.8.1. Konfiguracja regulatora PID_Compact.....	305
6.8.1.1. Parametry podstawowe.....	305
6.8.1.2. Ustawienia zaawansowane.....	307
6.8.2. Uruchomienie regulatora PID_Compact.....	310
6.8.2.1. Samodostrajanie parametrów podczas uruchamiania regulatora.....	310
6.8.2.2. Samodostrajanie parametrów regulatora w czasie pracy.....	311
6.8.2.3. Wizualizacja sygnałów.....	311
6.9. Wykorzystanie analizatora przebiegów sygnału wejściowego i wyjściowego do badania obiektu wirtualnego.....	312
6.10. Sterowanie obiektem wirtualnym z wykorzystaniem regulatora PID_Compact.....	317
6.10.1. Model obiektu wirtualnego.....	317
6.10.2. Zastosowanie regulatora PID_Compact do sterowania wirtualnym obiektem.....	321
6.11. Sterowanie obiektem wirtualnym z wykorzystaniem własnego regulatora PID z algorytmem prędkościowym.....	324
6.11.1. Dobór nastaw regulatora PID z algorytmem prędkościowym metodą Chiena–Hronesa–Reswicka.....	326
6.11.2. Dobór nastaw regulatora PID z algorytmem prędkościowym metodą Zieglera–Nicholsa.....	329
6.11.3. Dobór nastaw regulatora PID z algorytmem prędkościowym metodą Cohen– Coona.....	331
<b>7. Instrukcje komunikacyjne</b> .....	<b>335</b>
7.1. Synchronizacja czasowa pomiędzy urządzeniami w sieci.....	338

7.2.	Komunikacja między dwoma sterownikami S7-1200 .....	348
7.2.1.	Założenia programowe.....	350
7.2.2.	Opis programu.....	351
7.2.2.1.	Program sterownika aktywnego PLC_1 (CPU 1214C).....	352
7.2.2.2.	Program sterownika pasywnego PLC_2 (CPU 1212C) .....	362
7.2.2.3.	Program panelu operatorskiego HMI_1 (KTP 400 Basic).....	368
7.3.	Zdalna komunikacja ze sterownikiem za pomocą routera eWON.....	371
7.3.1.	Typy routerów eWON.....	371
7.3.2.	Tworzenie połączenia ze sterownikiem .....	372
7.4.	Komunikacja przy użyciu WEB Servera.....	384
7.4.1.	Aktywacja WEB Servera w TIA Portal .....	384
7.4.2.	Standardowe strony WEB .....	385
7.4.3.	Projektowanie strony użytkownika .....	392
7.4.3.1.	Procedura tworzenia stron użytkownika.....	394
7.4.3.2.	Podstawowe informacje o HTML .....	395
7.4.3.3.	Podstawowe informacje o CSS .....	396
7.4.3.4.	Polecenia AWP .....	399
7.4.3.5.	Konfiguracja stron użytkownika .....	403
7.4.4.	Przykładowa strona użytkownika.....	406
7.5.	Komunikacja PLC ze smartfonem pracującym pod systemem Android .....	412
7.5.1.	Struktura aplikacji.....	413
7.5.2.	Ekrany .....	413
7.5.3.	Połączenie ze sterownikiem .....	421
7.6.	Implementacja sterowania głosowego w sterowniku PLC.....	422
7.6.1.	Moduł EasyVR i interfejs .....	423
7.6.2.	Programowanie modułu EasyVR.....	425
7.6.3.	Interfejs RS-232 .....	426
7.6.4.	Opis magistrali interfejsu .....	427
7.6.5.	Komunikacja <i>Point-to-Point</i> .....	429
7.6.5.1.	Konfiguracja portów modułu komunikacyjnego RS-232.....	430
7.6.5.2.	Konfiguracja parametrów nadawczych .....	433
7.6.5.3.	Konfiguracja parametrów odbiorczych .....	435
7.6.5.4.	Instrukcje komunikacyjne Send_P2P i Receive_P2P .....	440
7.6.5.5.	Instrukcje pomocnicze .....	441
7.6.5.6.	STATUS i kody błędów .....	442
7.6.6.	Analiza sygnałów podczas komunikacji z EasyVR.....	444
7.6.6.1.	Analiza poprawnie wykonanej transmisji z rozpoznaniem głosu .....	445

---

7.6.6.2.	Analiza niepoprawnych transmisji rozpoznania głosu.....	445
7.6.7.	Program do komunikacji sterownika PLC z modulem EasyVR.....	446
7.6.8.	Program sterowania głosowego modulem dla sterownika PLC .....	447
<b>8.</b>	<b>Podsumowanie .....</b>	<b>451</b>
	<b>Dodatki.....</b>	<b>453</b>
	Dodatek A. Typy danych obsługiwane przez S7-1200/1500.....	454
	Dodatek B. Wykaz programów zamieszczonych na serwerze Wydawnictwa BTC.....	458
	<b>Spis literatury .....</b>	<b>459</b>
	<b>Indeks.....</b>	<b>462</b>