
Od autora	10
Wstęp	11
1. Komponenty systemu Simatic S7	13
1.1. Sterowniki.....	14
1.2. Panele operatorskie HMI.....	17
1.3. Systemy SCADA.....	20
1.4. Zdecentralizowane peryferie.....	20
1.5. Sieci przemysłowe.....	21
1.6. Oprogramowanie przemysłowe.....	21
1.7. Koncepcja TIA.....	22
2. Architektura sprzętowa sterowników Simatic S7	23
2.1. Układy sterowania.....	24
2.2. Modułowa budowa sterowników.....	25
2.3. Sterownik S7-200.....	26
2.3.1. Konstrukcja mechaniczna.....	27
2.3.2. Budowa modułowa.....	27
2.3.3. Funkcjonalność.....	30
2.3.4. Komunikacja.....	30
2.3.5. Programowanie.....	31
2.4. Sterownik S7-300.....	31
2.4.1. Konstrukcja mechaniczna.....	32
2.4.2. Jednostki centralne.....	33
2.4.3. Karty pamięci MMC.....	35
2.4.4. Sterownik S7-300 w wykonaniu Fail-Safe.....	35
2.4.5. Moduły wejść/wyjść S7-300.....	36
2.4.6. Komunikacja.....	39
2.4.7. Zastosowanie.....	40
2.5. Sterownik S7-400.....	40
2.5.1. Konstrukcja mechaniczna.....	42
2.5.2. Jednostki centralne.....	42
2.5.3. Moduły wejść/wyjść S7-400.....	44
2.5.4. Rozszerzenia.....	47
2.5.5. Zmiany konfiguracji sprzętowej w ruchu.....	47
2.5.6. Tryb izochroniczny.....	48
2.5.7. Systemy S7-400 Fail-Safe.....	49
2.5.8. Systemy redundantne S7-400.....	51
2.5.9. Komunikacja.....	53

2.5.10. Sieć Profinet na bazie sterownika S7-400.....	54
2.5.11. Zastosowanie.....	55
3. Architektura programowa sterowników Simatic S7.....	57
3.1. Podstawy architektury sterowników Simatic S7.....	58
3.1.1. Model jednostki centralnej.....	59
3.1.2. System wykonawczy i typy bloków organizacyjnych.....	59
3.1.3. Priorytetowość.....	61
3.1.4. Model pamięci.....	61
3.1.5. Architektura blokowa – strukturyzacja oprogramowania.....	63
3.2. Organizacja pamięci.....	68
3.3. Podtrzymywanie pamięci.....	69
3.4. Podtrzymywanie obiektów pamięci.....	69
3.5. Obszary adresowe pamięci systemowej.....	70
3.6. Właściwości pamięci MMC.....	70
3.7. Funkcje pamięci.....	72
3.7.1. Ładowanie programu użytkownika z MMC do CPU.....	73
3.7.2. Obsługa modułów.....	73
3.7.3. Kasowanie pamięci jednostki centralnej.....	74
3.7.4. Receptury.....	74
3.8. Archiwizacja programu na karcie MMC.....	76
3.9. Bloki i ich wywoływanie.....	76
4. Oprogramowanie narzędziowe Simatic Manager.....	79
4.1. Instalacja pakietu Simatic Manager.....	80
4.2. Zarządzanie autoryzacjami.....	81
4.3. Narzędzia pakietu Simatic Manager.....	82
4.4. Konfiguracja i struktura oprogramowania Simatic Manager.....	84
4.4.1. Deklaracja konfiguracji sprzętowej oraz wstawianie nowej stacji sprzętowej.....	86
4.4.2. Tworzenie konfiguracji sprzętowej.....	89
4.4.3. Przegląd adresów modułów.....	90
4.4.4. Hierarchia projektu.....	92
4.5. Projekt i biblioteka w Simatic Manager.....	92
4.6. Operacje na projekcie w Simatic Manager.....	93
4.6.1. Przechowywanie projektów.....	94
4.6.2. Tworzenie i otwieranie projektu.....	95
4.6.3. Wstawianie programu.....	95
4.6.4. Zapisywanie i archiwizacja projektu.....	95
4.6.5. Ładowanie programu z jednostki centralnej CPU do programatora PG.....	97

4.7.	Operacje na blokach w projekcie	98
4.7.1.	Wstawianie bloków S7	98
4.7.2.	Widok <i>Online/Offline</i> bloków.....	99
4.7.3.	Zapisywanie bloków.....	99
4.7.4.	Wywoływanie bloku w OB1	99
4.7.5.	Ładowanie bloków do sterownika.....	99
4.7.6.	Ładowanie i zapisywanie zmodyfikowanych bloków do sterownika	100
4.7.7.	Ładowanie bloków do/z karty pamięci Flash EPROM	101
4.8.	Monitorowanie, modyfikowanie i forsowanie zmiennych.....	102
4.8.1.	Tworzenie tablicy zmiennych	102
4.8.2.	Monitorowanie i modyfikowanie zmiennych.....	104
4.8.3.	Forsowanie zmiennych	105
4.8.4.	Punkty wyzwalania	106
4.9.	Edytor <i>Reference Data</i>	107
4.9.1.	Lista <i>Cross References</i>	109
4.9.2.	Lista <i>Assignment (Input, Output, Bit Memory, Times, Counters)</i>	109
4.9.3.	Struktura programu	110
4.9.4.	Nie używane symbole	110
4.9.5.	Adresy bez symboli	110
4.9.6.	Filtry	112
4.9.7.	Opcja <i>Find...</i>	112
4.9.8.	Modyfikacja programu z poziomu listy <i>Cross References</i>	115
4.10.	Edytor symboli.....	115
4.10.1.	Rodzaje symboli	115
4.10.2.	Funkcja <i>Find and Replace...</i>	116
4.10.3.	Funkcja <i>Filter...</i>	117
4.10.4.	Funkcja <i>Sort...</i>	117
4.10.5.	Eksportowanie tablicy symboli	118
4.10.6.	Importowanie tablicy symboli	118
4.10.7.	Edycja symboli.....	118
4.10.8.	Informacja o symbolach	120
4.10.9.	Priorytety adresowania.....	122
4.10.10.	Konfiguracja połączenia z programatorem z użyciem pakietu <i>NetPro</i>	122
5.	Symulator pracy sterownika	125
5.1.	Obsługa symulatora.....	126
5.2.	Symulacja pracy modułu jednostki centralnej CPU	128
5.3.	Tryby pracy jednostki centralnej CPU i informacja o błędach.....	129
5.4.	Kasowanie zawartości pamięci jednostki centralnej CPU	131

6. Programowanie	133
6.1. Typy danych w Step 7	134
6.1.1. Elementarne typy danych w Step 7	134
6.1.2. Złożone typy danych w Step 7	135
6.1.3. Formaty liczb 16-bitowych	136
6.1.4. Formaty liczb 32-bitowych	138
6.1.5. Ładowanie danych do akumulatora	138
6.1.6. Słowo statusowe	139
6.2. Mechanizm EN/ENO	141
6.3. Przetwarzanie programu i bloki OB	142
6.3.1. Obrazy procesu	144
6.3.2. Startowe bloki OB	145
6.3.3. Przerwania w programie cyklicznym	147
6.3.4. Blok OB 10	148
6.3.5. Blok OB 20	149
6.3.6. Blok OB 35	150
6.3.7. Blok OB 40	151
6.3.8. Blok OB 81...87	153
6.3.9. Bloki OB 121 i OB122	155
6.3.10. Właściwości bloków	155
6.4. Struktury programów, przerwania i obsługa błędów	156
6.4.1. Diagnostyka systemowa	156
6.4.2. Wywołanie narzędzia <i>Module Information</i>	157
6.4.3. Zakładka <i>Diagnostic Buffer</i>	157
6.4.4. Diagnostyka z wykorzystaniem stosów I, B i L	159
6.4.5. Stos bloków (<i>B Stack</i>)	159
6.4.6. Stos przerwania (<i>I Stack</i>)	160
6.4.7. Lokalny stos danych (<i>L Stack</i>)	161
6.4.8. Wyświetlanie komunikatów jednostki CPU i błędy sporadyczne	161
6.4.9. Wpisywanie meldunków użytkownika do bufora diagnostycznego – blok SFC52	162
6.4.10. Konfigurowanie własnych tekstów meldunków	162
6.4.11. Wywołanie bloku SFC52	163
6.4.12. Moduły z własnościami diagnostycznymi	164
6.4.13. Wyświetlanie diagnostyki sprzętowej w Simatic Manager	165
6.5. Typy zmiennych	166
6.5.1. Zmienne tymczasowe	167
6.6. Języki programowania w środowisku Step 7	168
6.6.1. Edytor LAD/STL/FBD	169

6.6.2.	Reprezentacja STL.....	171
6.6.3.	Właściwości edytora LAD/STL/FBD	172
6.6.4.	Edycja kodu programu.....	176
6.7.	Obsługa kart analogowych.....	178
6.7.1.	Zakres pomiarowy modułów analogowych.....	179
6.7.2.	Adresowanie modułów analogowych.....	179
6.7.3.	Wejścia modułu analogowego SM335.....	180
6.7.4.	Wyjścia modułu analogowego SM335.....	181
6.7.5.	Moduł wejść analogowych SM331	182
5.7.6.	Grupy kanałów	184
6.7.7.	Tryby pracy	185
6.7.8.	Przedstawienie wielkości analogowych i rozdzielczości wielkości mierzonej dla modułu SM331	186
6.7.9.	Przedstawienie wielkości analogowych dla różnych zakresów pomiarowych	187
6.7.10.	Skalowanie wejściowych wielkości analogowych	187
6.7.11.	Przeskalowanie wielkości rzeczywistej na wyjście analogowe	189
6.7.12.	Przedstawienie wielkości analogowych dla wyjść.....	190
7.	Instrukcje podstawowe i przykłady ich zastosowań.....	191
7.1.	Operacje na bitach (<i>Bit logic</i>).....	193
7.1.1.	Styk normalnie otwarty, normalnie zamknięty i cewka.....	193
7.1.2.	Negacja funkcji logicznej.....	194
7.1.3.	Wyjście pośrednie.....	195
7.1.4.	Ustawianie i kasowanie bitu.....	196
7.1.5.	Przerzutnik RS i SR.....	196
7.1.6.	Wykrywanie zbocza sygnału i bitu RLO	197
7.1.7.	Zapamiętywanie wyniku w komórce pomocniczej.....	198
7.2.	Operacje logiczne na słowach (<i>Word logic</i>).....	199
7.3.	Operacje na zegarach (<i>Timers</i>).....	200
7.3.1.	Zastosowanie elementów biblioteki <i>Timers</i>	203
7.3.2.	Generatory impulsów	206
7.4.	Operacje na licznikach (<i>Counter</i>).....	207
7.4.1.	Zastosowanie instrukcji z biblioteki <i>Counter</i>	210
7.5.	Operacja przenoszenia danych (<i>Move</i>).....	211
7.6.	Operacje przesuwania i rotacji danych (<i>Shift/Rotate</i>).....	212
7.7.	Operacje konwersji (<i>Converter</i>).....	216
7.8.	Operacje porównywania danych (<i>Comparator</i>).....	219
7.9.	Operacje skoku (<i>Jumps</i>).....	223
7.10.	Operacja wywoływania bloku danych (<i>DB call</i>).....	228

7.11.	Operacje matematyczne na liczbach całkowitych (<i>Integer function</i>).....	228
7.12.	Operacje matematyczne na liczbach rzeczywistych (<i>Floating-point fct.</i>).....	231
7.13.	Operacje sterujące realizacją programu (<i>Program control</i>).....	238
7.14.	Operacje sprawdzania stanu bitów (<i>Status bits</i>).....	240
7.15.	Pozostałe elementy biblioteki <i>Overviews</i>	244
7.16.	Przełącznik trójkąt–gwiazda trójfazowego silnika indukcyjnego z potwierdzeniem	244
7.17.	System alarmowy.....	246
7.18.	Sterowanie prasą z zabezpieczeniem.....	248
8.	Praktyczna realizacja regulatora PID w sterowniku	249
8.1.	Prosty regulator PID	250
8.1.1.	Wyznaczanie członów regulatora PID.....	251
8.1.2.	Realizacja programowa regulatora PID	253
8.2.	Blok funkcji FB41	261
8.3.	Wyjście regulatora z modulacją szerokości impulsu	263
9.	Adresowanie pośrednie	267
9.1.	Podstawowe typy adresowania.....	268
9.2.	Rejestry adresowe i wskaźniki.....	269
9.3.	Wskaźnik wewnętrzny – <i>area-internal pointer</i>	271
9.4.	Wskaźnik pełny – <i>area-crossing pointer</i>	272
10.	Bloki programowalne	275
10.1.	Funkcje i bloki funkcji	276
10.1.1.	Zapotrzebowanie bloku na lokalny stos danych.....	276
10.1.2.	Bloki parametryzowane.....	278
10.1.3.	Bloki funkcji i bloki danych.....	280
10.1.4.	Model wielokrotny lokalnego bloku danych.....	282
10.1.5.	Modyfikowanie bloku parametryzowanego	282
10.1.6.	Konwersja FC/FB.....	284
10.2.	Bloki danych.....	285
10.2.1.	Typy bloków danych	285
10.2.2.	Tworzenie nowego bloku danych	286
10.2.3.	Edycja bloku danych	287
10.2.4.	Adresowanie danych	288
10.2.5.	Dostęp do danych	289
10.2.6.	Typ danych UDT	289
10.2.7.	Tworzenie bloku danych o strukturze UDT.....	290
10.3.	Wywoływanie bloków.....	290

11. Komunikacja	293
11.1. Połączenie w sieci MPI.....	294
11.1.1. Dane globalne.....	295
11.1.2. Obieg danych globalnych.....	300
11.1.3. Komunikacja w protokole MPI za pomocą funkcji X_PUT/X_GET pomiędzy sterownikami S7-300.....	302
11.1.3.1. Podstawowe informacje.....	302
11.1.3.2. Założenia do projektu.....	302
11.1.3.3. Wywołanie i parametryzacja funkcji X_PUT/X_GET.....	303
11.2. Połączenie w sieci Profibus.....	308
11.2.1. Sieci polowe.....	309
11.2.2. Model referencyjny ISO/OSI.....	309
11.2.3. Wersje sieci Profibus.....	310
11.2.4. Protokoły komunikacyjne.....	311
11.2.5. Technologia transmisji.....	311
11.2.6. Konfiguracja sieci Profibus w oprogramowaniu Simatic Step 7.....	313
11.3. Połączenie w sieci Profinet.....	317
11.3.1. Sieć Profinet IO.....	317
11.3.2. Zdecentralizowane urządzenia.....	319
11.3.4. Komunikacja w sieci Profinet.....	321
11.3.5. Komunikacja Profinet IO.....	322
12. Instalacja sterownika	325
12.1. Analogowe przetworniki wejściowe.....	326
12.2. Urządzenia wyjściowe.....	329
12.3. Doziemienia.....	335
Podsumowanie	339
Literatura	340