

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	16
1.1 Übersicht Automatisierungssystem S7-1200	16
1.1.1 SIMATIC S7-1200	17
1.1.2 Übersicht STEP 7 Basic	19
1.1.3 Zwei Programmiersprachen	21
1.1.4 Bearbeitung des Steuerungsprogramms	22
1.1.5 Datenhaltung im SIMATIC-Automatisierungssystem	24
1.1.6 Bedienen und Beobachten mit Prozessbildern	25
1.2 Einführung in STEP 7 Basic für S7-1200	26
1.2.1 STEP 7 installieren	26
1.2.2 Automation License Manager	26
1.2.3 STEP 7 Basic starten	27
1.2.4 Portalansicht	27
1.2.5 Hilfe-Informationssystem	28
1.2.6 Die Fenster der Projektansicht	29
1.2.7 Bedienoberfläche anpassen	31
1.3 Ein SIMATIC-Projekt bearbeiten	32
1.3.1 Strukturierte Darstellung der Projektdaten	33
1.3.2 Projektdaten und Editoren für eine PLC-Station	34
1.3.3 Ein Projekt erstellen und bearbeiten	36
1.3.4 Bibliotheken anlegen und bearbeiten	37
2 Automatisierungssystem SIMATIC S7-1200	38
2.1 Komponenten einer S7-1200-Station	38
2.2 CPU-Baugruppen S7-1200	39
2.2.1 Onboard-Peripherie	39
2.2.2 PROFINET-Anschluss	41
2.2.3 Status-Leuchtdioden	41
2.2.4 SIMATIC Memory Card	42
2.2.5 Signal Board (SB)	42
2.3 Signal Modules (SM)	42
2.3.1 Digitalein-/ausgabebaugruppen	43
2.3.2 Analogein- und -ausgabebaugruppen	43
2.3.3 Eigenschaften der Peripherieanschlüsse	44
2.4 Communication Modules (CM)	45
2.5 Weitere Baugruppen	46
2.5.1 Compact Switch Module (CSM)	46
2.5.2 Power Module (PM)	46

2.5.3 Simulator SIM 1274	47
2.6 SIPLUS S7-1200	47
3 Gerätekonfiguration	48
3.1 Einführung	48
3.2 Eine Station konfigurieren	50
3.2.1 Eine PLC-Station hinzufügen	50
3.2.2 Baugruppen anordnen	50
3.2.3 Eine HMI-Station hinzufügen	50
3.3 Baugruppen parametrieren	51
3.3.1 Ein- und Ausgaben adressieren	51
3.3.2 Die CPU-Eigenschaften parametrieren	52
3.3.3 Digitaleingaben parametrieren	53
3.3.4 Digitalausgaben parametrieren	54
3.3.5 Analogeingaben parametrieren	54
3.3.6 Analogausgaben parametrieren	55
3.4 Netz projektieren	56
3.4.1 MAC-Adresse, IP-Adresse und Subnetzmaske	57
3.4.2 Einstellung der Schnittstellenparameter	59
3.4.3 Stationen vernetzen	59
3.4.4 HMI-Verbindungen projektieren	60
4 Steuerungsprogramm bearbeiten	62
4.1 Betriebszustände	62
4.1.1 Betriebszustand STOP	63
4.1.2 Remanenzverhalten	63
4.1.3 Betriebszustand STARTUP	64
4.1.4 Anlaufprogramm	65
4.1.5 Betriebszustand RUN	66
4.2 Steuerungsprogramm erstellen	67
4.2.1 Programmentwurf	67
4.2.2 Programmbearbeitung	68
4.2.3 Schachtelungstiefe	70
4.3 Bausteine	71
4.3.1 Bausteinarten	71
4.3.2 Baustaineigenschaften	73
4.3.3 Know-how-Schutz	76
4.3.4 Bausteinschnittstelle	78
4.3.5 Bausteinparameter anwenden	80
4.3.6 Temporäre Lokaldaten anwenden	81
4.3.7 Statische Lokaldaten anwenden	83
4.3.8 Lokalinstanzen	83
4.4 Bausteine aufrufen	84
4.4.1 Aufruf-Funktionen	85
4.4.2 Bausteinparameter versorgen	85

4.4.3 „Weiterreichen“ von Bausteinparametern	88
4.5 Hauptprogramm	89
4.5.1 Prozessabbild-Aktualisierung	89
4.5.2 Zykluszeit	90
4.5.3 Reaktionszeit	92
4.5.4 Uhrzeit	93
4.5.5 Programmbearbeitung stoppen	95
4.6 Alarmbearbeitung	96
4.6.1 Einführung zur Alarmbearbeitung	96
4.6.2 Verzögerungsalarme	99
4.6.3 Weckalarme	102
4.6.4 Prozessalarme	104
4.6.5 Alarne verzögern und freigeben	107
4.7 Fehlerbehandlung	108
4.7.1 Fehlerursachen und Fehlerreaktionen	108
4.7.2 Lokale Fehlerbehandlung	108
4.7.3 Fehleranzeige mit dem ENO-Ausgang	110
4.7.4 Diagnosealarm OB 82	112
4.7.5 Zeitfehler OB 80	112
5 KOP/FUP-Programmeditor	114
5.1 Einführung	114
5.2 PLC-Variablen-tabelle	115
5.2.1 PLC-Variablen definieren	115
5.2.2 Konstantentabelle	117
5.3 Codebaustein programmieren	118
5.3.1 Einen neuen Codebaustein anlegen	118
5.3.2 Arbeitsbereich des Programmeditors für Codebausteine	119
5.3.3 Bausteineigenschaften für Codebausteine festlegen	121
5.3.4 Bausteinschnittstelle programmieren	121
5.3.5 Codebaustein editieren, Netzwerkbehandlung	123
5.3.6 Codebaustein editieren, Programm eingeben	123
5.4 Datenbaustein programmieren	128
5.4.1 Einen neuen Datenbaustein anlegen	128
5.4.2 Arbeitsbereich des Programmeditors für Datenbausteine	129
5.4.3 Bausteineigenschaften für Datenbausteine festlegen	129
5.4.4 Datenvariablen deklarieren	130
5.4.5 Datenvariablen in Globaldatenbausteinen eingeben	130
5.5 Bausteine übersetzen	132
5.5.1 Übersetzung starten	132
5.5.2 Fehler nach der Übersetzung beheben	133
5.6 Programminformationen	134
5.6.1 Querverweisliste	134
5.6.2 Belegungsplan	136
5.6.3 Aufrufstruktur	137
5.6.4 Abhängigkeitsstruktur	138

5.6.5 Konsistenzprüfung	139
5.6.6 Speicherlauslastung der CPU	140
5.7 Sprachen-Einstellung	141
6 Kontaktplan KOP	142
6.1 Einführung	142
6.1.1 Programmieren mit KOP allgemein	142
6.1.2 Programmelemente des Kontaktplans	144
6.2 Programmierung mit Kontakten	145
6.2.1 Schließerkontakt und Öffnerkontakt	145
6.2.2 Berücksichtigung der Geberart im Kontaktplan	147
6.2.3 Reihenschaltung von Kontakten	147
6.2.4 Parallelschaltung von Kontakten	147
6.2.5 Gemischte Reihen- und Parallelschaltung	149
6.2.6 T-Abzweig, offener Parallelzweig im Kontaktplan	150
6.2.7 Verknüpfungsergebnis negieren im Kontaktplan	151
6.2.8 Flankenauswertung einer Binärvariablen im Kontaktplan	152
6.2.9 OK-Kontakt	153
6.2.10 Vergleich-Kontakte	154
6.3 Programmierung mit Spulen	155
6.3.1 Einfache und negierte Spule	155
6.3.2 Setzen- und Rücksetzen-Spule	156
6.3.3 Speicherndes Verhalten durch Selbsthaltung	157
6.3.4 Flankenauswertung mit Impulsausgabe im Kontaktplan	158
6.3.5 Mehrfaches Setzen und Rücksetzen (Bitfeld füllen) im Kontaktplan ..	159
6.4 Programmierung mit Q-Boxen im Kontaktplan	159
6.4.1 Anordnung von Q-Boxen im Kontaktplan	159
6.4.2 Speicher-Boxen im Kontaktplan	160
6.4.3 Flankenauswertung des Stromflusses	162
6.4.4 Beispiel Binäruntersetzer im Kontaktplan	163
6.4.5 IEC-Zeitfunktionen im Kontaktplan	164
6.4.6 IEC-Zählfunktionen im Kontaktplan	165
6.5 Programmierung mit EN/ENO-Boxen im Kontaktplan	167
6.5.1 Anordnung von EN/ENO-Boxen im Kontaktplan	168
6.5.2 Übertragungsfunktionen im Kontaktplan	169
6.5.3 Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte im Kontaktplan	170
6.5.4 Arithmetische Funktionen für Zeitwerte im Kontaktplan	171
6.5.5 Mathematische Funktionen im Kontaktplan	171
6.5.6 Konvertierungsfunktionen im Kontaktplan	172
6.5.7 Schiebefunktionen im Kontaktplan	173
6.5.8 Logikfunktionen im Kontaktplan	174
6.5.9 Funktionen für Zeichenketten im Kontaktplan	175
6.6 Funktionen zur Programmfluss-Steuerung (KOP)	175
6.6.1 Sprungfunktionen im Kontaktplan	176
6.6.2 Bausteinende-Funktion im Kontaktplan	176
6.6.3 Baustellenaufruf-Funktionen im Kontaktplan	176

Inhaltsverzeichnis

7 Funktionsplan FUP	178
7.1 Einführung	178
7.1.1 Programmieren mit Funktionsplan allgemein	178
7.1.2 Programmelemente des Funktionsplans	180
7.2 Programmierung von binären Verknüpfungen (FUP)	181
7.2.1 Abfrage auf Signalzustand „1“ und auf Signalzustand „0“	182
7.2.2 Berücksichtigung der Geberart im Funktionsplan	183
7.2.3 UND-Funktion	185
7.2.4 ODER-Funktion	185
7.2.5 Exklusiv-ODER-Funktion	186
7.2.6 Gemischte binäre Verknüpfungen	187
7.2.7 T-Abzweig im Funktionsplan	187
7.2.8 Verknüpfungsergebnis negieren im Funktionsplan	188
7.2.9 Flankenauswertung von Binärvariablen im Funktionsplan	189
7.2.10 Gültigkeitsprüfung von Gleitpunktzahlen im Funktionsplan	189
7.2.11 Vergleichsfunktionen im Funktionsplan	190
7.3 Programmierung mit Standard-Boxen (FUP)	191
7.3.1 Zuweisung und negierte Zuweisung	192
7.3.2 Setzen- und Rücksetzen-Box	193
7.3.3 Flankenauswertung mit Impulsausgabe im Funktionsplan	193
7.3.4 Mehrfaches Setzen und Rücksetzen (Bitfeld füllen) im Funktionsplan	194
7.4 Programmierung mit Q-Boxen (FUP)	195
7.4.1 Anordnung von Q-Boxen im Funktionsplan	195
7.4.2 Speicher-Boxen im Funktionsplan	197
7.4.3 Flankenauswertung des Verknüpfungsergebnisses im Funktionsplan	197
7.4.4 Beispiel Binäruntersetzer im Funktionsplan	198
7.4.5 IEC-Zeitfunktionen im Funktionsplan	199
7.4.6 IEC-Zählfunktionen im Funktionsplan	199
7.5 Programmierung mit EN/ENO-Boxen (FUP)	202
7.5.1 Anordnung von EN/ENO-Boxen im Funktionsplan	203
7.5.2 Übertragungsfunktionen im Funktionsplan	204
7.5.3 Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte im Funktionsplan	205
7.5.4 Arithmetische Funktionen mit Zeitwerten im Funktionsplan	205
7.5.5 Mathematische Funktionen im Funktionsplan	206
7.5.6 Konvertierungsfunktionen im Funktionsplan	207
7.5.7 Schiebefunktionen im Funktionsplan	208
7.5.8 Logikfunktionen im Funktionsplan	209
7.5.9 Funktionen für Zeichenketten im Funktionsplan	209
7.6 Funktionen zur Programmfluss-Steuerung (FUP)	211
7.6.1 Sprungfunktionen im Funktionsplan	212
7.6.2 Bausteinende-Funktion im Funktionsplan	212
7.6.3 Bausteinaufruf-Funktionen im Funktionsplan	212
8 Variablen und Datentypen	214
8.1 Operanden, Variablen und Konstanten	214
8.1.1 Einführung, Übersicht	214

8.1.2 Operandenbereiche	215
8.1.3 Adressierung	219
8.2 Elementare Datentypen	221
8.2.1 Bitfolge-Datentypen BOOL, BYTE, WORD und DWORD	222
8.2.2 BCD-codierte Zahlen BCD16 und BCD32	222
8.2.3 Vorzeichenlose Festpunkt-Datentypen USINT, UINT und UDINT	223
8.2.4 Festpunkt-Datentypen mit Vorzeichen SINT, INT und DINT	223
8.2.5 Gleitpunkt-Datentypen REAL und LREAL	224
8.2.6 Datentyp CHAR	226
8.2.7 Datentyp TIME	226
8.3 Zusammengesetzte Datentypen	227
8.3.1 Datentyp DTL	227
8.3.2 Zeichenkette STRING	228
8.3.3 Datentyp ARRAY	229
8.3.4 Datentyp STRUCT	231
8.3.5 Datentyp ErrorStruct	232
8.4 Parametertypen	232
8.4.1 Parametertyp VARIANT	232
8.4.2 Parametertyp VOID	234
8.5 Systemdatentypen	234
8.6 Hardware-Datentypen	235
9 Sprachneutrale Funktionsbeschreibung	236
9.1 Basisfunktionen	236
9.1.1 Binäre Verknüpfungen	236
9.1.2 Speicherfunktionen	240
9.1.3 Flankenauswertung	244
9.1.4 Zeitfunktionen	249
9.1.5 Zählfunktionen	254
9.2 Digitalfunktionen	258
9.2.1 Übertragungsfunktionen	258
9.2.2 Vergleichsfunktionen	264
9.2.3 Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte	266
9.2.4 Arithmetische Funktionen für Zeitwerte	269
9.2.5 Mathematische Funktionen	270
9.2.6 Konvertierungsfunktionen (Datentypwandlung)	274
9.2.7 Schiebefunktionen	284
9.2.8 Logikfunktionen	286
9.2.9 Bearbeitung von Zeichenketten (Datentyp STRING)	291
9.3 Programmfluss-Steuerung	296
9.3.1 Übersicht	296
9.3.2 Sprungfunktionen	296
9.3.3 Bausteinende-Funktion	296
9.3.4 Aufrufe von Codebausteinen	298
9.3.5 EN/ENO-Mechanismus	300

10 Online-Betrieb, Diagnose und Test	302
10.1 Programmiergerät an die PLC-Station anschließen	303
10.1.1 IP-Adressen des Programmiergeräts	303
10.1.2 Das Programmiergerät mit der PLC-Station verbinden	305
10.1.3 Eine IP-Adresse der CPU-Baugruppe zuweisen	306
10.1.4 Den Online-Betrieb einschalten	306
10.2 Projektdaten übertragen	307
10.2.1 Die Projektdaten erstmalig laden	307
10.2.2 Die Projektdaten nachladen	309
10.2.3 Fehlermeldung nach dem Laden	310
10.2.4 Mit der Memory Card arbeiten	310
10.2.5 Bausteine offline/online bearbeiten	313
10.2.6 Bausteine offline/online vergleichen	314
10.2.7 Online-Projekt ohne Offline-Projekt bearbeiten	316
10.2.8 Die Projektdaten aus der CPU zurückladen	317
10.3 Hardware-Diagnose	319
10.3.1 Status-Anzeigen an den Baugruppen	319
10.3.2 Diagnose-Informationen	320
10.3.3 Diagnosepuffer	320
10.3.4 Diagnose-Funktionen	322
10.3.5 Online-Tools	322
10.3.6 Weitere Diagnose-Informationen über das Programmiergerät	323
10.4 Steuerungsprogramm testen	324
10.4.1 Beobachten mit der PLC-Variablenliste	324
10.4.2 Einführung zum Testen mit Programmstatus	324
10.4.3 Programmstatus für Codebausteine	325
10.4.4 Datenoperanden mit Programmstatus testen	327
10.4.5 Testen mit Beobachtungstabellen	328
10.4.6 Variablen beobachten mit Beobachtungstabelle	330
10.4.7 Variablen steuern mit Beobachtungstabellen	331
10.4.8 Variablen forcen mit Beobachtungstabellen	332
10.4.9 Peripherieausgänge freischalten und „Steuern sofort“	335
11 Kommunikation	336
11.1 Übersicht	336
11.1.1 Einführung in die Kommunikation mit Ethernet	336
11.1.2 Projektierung der Kommunikation mit STEP 7 Basic	337
11.2 Open User Communication	338
11.2.1 Einführung in die Open User Communication	338
11.2.2 Open User Communication projektiere	340
11.2.3 Kommunikationsfunktionen für die Open User Communication	342
11.3 Punkt-zu-Punkt-Kommunikation	345
11.3.1 Einführung in die Punkt-zu-Punkt-Kommunikation	345
11.3.2 Konfigurieren der Kommunikationsbaugruppe CM 1241	345
11.3.3 Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsfunktionen	347

12 Visualisierung	350
12.1 Einführung in die Visualisierung	350
12.1.1 Übersicht Basic Panels	351
12.1.2 Ein Projekt mit einer HMI-Station anlegen	352
12.1.3 Querverweise für HMI-Objekte	355
12.2 HMI-Variablen und Bereichszeiger anlegen	356
12.2.1 Einführung HMI-Variablen	356
12.2.2 Eine HMI-Variable anlegen	357
12.2.3 Einen Bereichszeiger anlegen	358
12.3 Prozessbilder projektieren	360
12.3.1 Einführung in die Projektierung von Prozessbildern	360
12.3.2 Arbeitsfenster für Prozessbilder	360
12.3.3 Arbeiten mit Bildebenen	361
12.3.4 Arbeiten mit Vorlagen	362
12.3.5 Arbeiten mit Funktionstasten	362
12.3.6 Ein neues Bild anlegen	364
12.3.7 Einen Bildwechsel projektieren	364
12.3.8 Arbeiten mit Objekten in Prozessbildern	365
12.3.9 Bildobjekte zur Laufzeit verändern	366
12.3.10 Basisobjekte für die Bildprojektierung	367
12.4 Bedien- und Beobachtungsfunktionen	367
12.4.1 Eingabe und Anzeige von Prozesswerten	367
12.4.2 Arbeiten mit Meldungen	371
12.4.3 Arbeiten mit Rezepturen	379
12.4.4 Arbeiten mit der Benutzerverwaltung	383
12.5 HMI-Projektierung fertigstellen	386
12.5.1 HMI-Projektierung übersetzen (Konsistenzprüfung)	386
12.5.2 Simulation der HMI-Projektierung	386
12.5.3 Projektierung in die HMI-Station laden	387
12.5.4 Wartung der HMI-Station	390
13 Anhang	392
13.1 Integrierte und technologische Funktionen	392
13.1.1 High Speed Counter (HSC)	392
13.1.2 Impulsgenerator	398
13.1.3 Technologieobjekt Achse	401
13.1.4 Technologieobjekt PID-Regler	404
13.2 Globale Bibliotheken	406
13.2.1 USS-Antriebsprotokoll	406
13.2.2 Globale Bibliothek MODBUS	408
Stichwortverzeichnis	410