

0. Inhaltsverzeichnis

0.	<i>Inhaltsverzeichnis</i>	0-3
1.	<i>Grundlagen der SPS</i>	1-11
1.1	Einführung	1-11
1.1.1	Was ist Steuern?	1-11
1.2	Realisierungsarten von Steuerungen	1-12
1.3	Was ist eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)?	1-13
1.4	Aufbau eines AS (Automatisierungssystem)	1-14
1.5	Signalarten die in einer SPS verarbeitet werden können	1-16
1.6	Definition einer SPS nach VDE 2880:	1-17
1.7	Die Zentralbaugruppe CPU	1-18
1.8	Wirkungsweise einer SPS-Steuerung	1-19
1.9	Aufbau einer Steueranweisung	1-20
1.10	Bit, Byte, Wort und Doppelwort	1-21
1.11	Die Adresse wird in folgendem Format angegeben: Bytenummer . Bitnummer	1-22
2.	<i>Systemübersicht SIMATIC</i>	2-23
2.1	Positionieren der modularen S7-Steuerungen	2-23
2.2	SIMATIC S7-1200	2-24
2.2.1	Komponenten einer S7-1200-Station	2-25
2.2.2	CPU-Baugruppen S7-1200	2-26
2.2.3	Onboard-Peripherie	2-27
2.2.4	PROFINET-Anschluss	2-29
2.2.5	TCP/IP Kommunikation	2-29
2.3	SIMATIC S7-1500	2-30
3.	<i>Hardware S7-1500</i>	3-33
3.1	SIMATIC S7-1500 Hardware: Aufbau	3-33
3.2	SIMATIC S7-1500 Hardware: Profilschiene	3-33
3.3	SIMATIC S7-1500 Hardware: einzeiliger Aufbau	3-34
3.4	SIMATIC S7-1500 Hardware: Stromversorgung	3-35
3.4.1	Einsatz von Systemstromversorgungen	3-37
3.4.2	Systemstromversorgungen einsetzen	3-37
3.5	SIMATIC S7-1500 Hardware: Montage	3-38
3.6	SIMATIC S7-1500 Hardware: CPU	3-40
3.6.1	Frontansicht des Moduls.....	3-43
3.6.2	Frontansicht des Moduls ohne Frontklappe	3-44
3.6.3	Zuordnung der MAC-Adressen.....	3-45
3.6.4	Prinzipschaltbild der CPU 1516-3 PN/DP	3-46
3.6.5	Status- und Fehleranzeige der CPU	3-46
3.6.6	Bedeutung der LED-Anzeigen	3-47
3.6.7	Technische Daten (Auszug) S7-1516-3 PN/DP	3-48
3.7	SIMATIC S7-1500 Hardware: Speicherkarte	3-49
3.8	Memory Reset (MRES) der CPU über Betriebsartenschalter	3-51
3.9	Speicherbereiche der CPU	3-52
3.10	SIMATIC S7-1500 Hardware: Display	3-54
3.10.1	Übung: IP-Adresse über das Display vergeben	3-57
3.11	Digitaleingabemodul: DI 32x24VDC HF (6ES7521-1BL00-0AB0)	3-59

3.11.1	Widerstandsbeschaltung der Geber.....	3-60
3.11.2	Parameter des DI 32x24VDC HF.....	3-60
3.11.3	Adressraum des DI 32x24VDC HF.....	3-61
3.11.4	Konfigurationsmöglichkeiten des DI 32x24VDC HF.....	3-61
3.11.5	Wertstatus auswerten.....	3-61
3.11.6	Status- und Fehleranzeigen - LED-Anzeigen.....	3-62
3.12	Digitalausgabemodul: DI 32x24VDC/0.5A ST (6ES7522-1BL00-0AB0)	3-63
3.12.1	Parameter des DQ 32x24VDC/0.5A ST.....	3-64
3.12.2	Adressraum des DQ 32x24VDC/0.5A ST.....	3-65
3.12.3	Konfigurationsmöglichkeiten des DQ 32x24VDC/0.5A ST.....	3-65
3.12.4	Wertstatus auswerten.....	3-65
3.12.5	Besonderheit bei Kurzschluss nach M.....	3-65
3.12.6	Status- und Fehleranzeigen - LED-Anzeigen.....	3-66
3.13	Analogeingabemodul: AI 8xU/I/RTD/TC ST (6ES7531-7KF00-0AB0)	3-67
3.13.1	Prinzipschaltbild der Anschlussbelegung für Spannungsmessung.....	3-68
3.13.2	Messarten und Messbereiche.....	3-69
3.13.3	Parameter des AI 8xU/I/RTD/TC ST.....	3-70
3.13.4	Adressraum des AI 8xU/I/RTD/TC ST.....	3-71
3.13.5	Konfigurationsmöglichkeiten des AI 8xU/I/RTD/TC ST.....	3-71
3.13.6	Wertstatus auswerten.....	3-71
3.13.7	Status- und Fehleranzeigen - LED-Anzeigen.....	3-72
3.14	Analogausgabemodul: AQ 4xU/I ST (6ES7532-5HD00-0AB0)	3-73
3.14.1	Prinzipschaltbild und Anschlussbelegung für Spannungsausgang.....	3-74
3.14.2	Ausgabebereiche.....	3-74
3.14.3	Parameter des AQ 4xU/I ST.....	3-75
3.14.4	Kurzschlusserkennung.....	3-75
3.14.5	Drahtbruchererkennung.....	3-75
3.14.6	Adressraum des AQ 4xU/I ST.....	3-76
3.14.7	Konfigurationsmöglichkeiten des AQ 4xU/I ST.....	3-76
3.14.8	Wertstatus auswerten.....	3-76
3.14.9	Status- und Fehleranzeigen - LED-Anzeigen.....	3-77
3.15	Frontstecker für die Peripheriemodule.....	3-78
4.	Datentypen bei STEP 7	4-81
4.1	Elementare Datentypen	4-83
4.1.1	Bitfolge-Datentypen BOOL, BYTE, WORD, DWORD und LWORD.....	4-83
4.1.2	BCD-codierte Zahlen BCD16 und BCD32.....	4-84
4.1.3	Hexadezimalzahlen.....	4-85
4.1.4	Vorzeichenlose Festpunkt-Datentypen USINT, UINT und UDINT.....	4-86
4.1.5	Festpunkt-Datentypen mit Vorzeichen SINT, INT und DINT.....	4-87
4.1.6	Datentypen (64 Bit) LINT und ULINT.....	4-88
4.1.7	Gleitpunkt-Datentypen REAL und LREAL.....	4-89
4.1.8	Datentyp CHAR.....	4-90
4.1.9	Datentyp TIME, DATE, TIME_OF_DAY.....	4-91
4.1.10	Datentyp S5TIME.....	4-92
4.1.11	Datentyp LTIME (IEC-Zeit), LTIME_OF_DAY.....	4-92
4.2	Strukturierte Datentypen	4-93
4.2.1	Datentyp DT (DATE_AND_TIME).....	4-93
4.2.2	Datentyp DTL.....	4-94
4.2.3	Datentyp STRING (Zeichenkette).....	4-95
4.2.4	Datentyp ARRAY.....	4-96
4.2.5	Datentyp STRUCT.....	4-96
4.3	PLC-Datentypen	4-97
4.4	Systemdatentypen	4-97
4.5	Datentyp ERROR_STRUCT.....	4-98
4.6	Startinformationen	4-98
4.7	Hardware-Datentypen	4-99

5.	Engineering Software TIA Portal	5-101
5.1	Ansichten im TIA-Portal	5-102
5.1.1	Portalansicht	5-103
5.1.2	Projektansicht	5-104
5.1.3	Projektnavigation	5-105
5.1.4	Arbeitsfenster	5-106
5.1.5	Fensteraufteilung des Arbeitsbereichs	5-107
5.1.6	Inspektorfenster	5-108
5.1.7	Task Cards	5-109
5.1.8	TIA Portal – Einstellungen: Sprache, Speicherort, Layout	5-110
5.1.9	TIA Portal – Projekt speichern	5-111
6.	Kleines Netzwerk - Kompendium	6-113
6.1	IP-Adressen	6-113
6.1.1	IP-Adresse Ihres Programmiergeräts ermitteln	6-114
6.1.2	Ping	6-116
6.1.3	Ethernet-Adresse (MAC-Adresse) Hardwareadresse von Ethernetgeräten	6-117
6.1.4	IP-Adresse und Subnetzmaske	6-119
6.1.5	IP-Adressen im abgeschlossenen Firmennetzwerk	6-119
7.	Online Tools – Erreichbare Teilnehmer	7-121
7.1	Online-Zugriff: Erreichbare Teilnehmer in der Portal-Ansicht	7-121
7.1.1	Ansicht: Erreichbare Teilnehmer – Diagnose & Einstellungen	7-122
7.1.2	Darstellung: CPU mit und ohne vorher vergebener IP-Adresse	7-122
7.1.3	IP-Adresse überprüfen oder zuweisen	7-123
7.1.4	Einstellen der Uhrzeit	7-123
7.1.5	Firmware-Update	7-124
7.1.6	PROFINET Gerätenamen vergeben	7-125
7.1.7	Rücksetzen auf Werkseinstellung	7-126
7.1.8	Memory Card formatieren	7-126
7.1.9	Servicedaten speichern	7-126
7.1.10	Diagnose - Informationen	7-127
7.1.11	Diagnosestatus	7-127
7.1.12	Diagnosepuffer	7-128
7.1.13	Zykluszeit	7-129
7.1.14	Speicher	7-129
7.1.15	Display	7-129
7.1.16	PROFINET-Schnittstelle[X1]	7-130
7.1.17	Funktion und Aufbau der Task Card "Online-Tools"	7-131
7.1.18	Speicherkonzept bei CPU-Urlöschen	7-132
7.1.19	Speicherkonzept bei CPU-Werks-Reset	7-132
7.1.20	SIMATIC Memory Card der CPU formatieren	7-133
8.	Geräte konfigurieren	8-135
8.1	Konfigurieren und Parametrieren von Baugruppen	8-136
8.2	Station konfigurieren	8-137
8.2.1	Eine PLC-Station hinzufügen	8-138
8.2.2	Baugruppen anordnen	8-143
8.3	Baugruppen parametrieren	8-145
8.3.1	Ein- und Ausgaben adressieren	8-145
8.4	Die CPU-Eigenschaften parametrieren	8-148
8.4.1	Allgemein	8-149
8.4.2	PROFINET-Schnittstelle (X1)	8-149
8.4.3	Zugriff auf Webserver	8-151
8.4.4	Anlauf	8-152
8.4.5	Zyklus	8-152
8.4.6	System- und Taktmerker	8-153
8.4.7	Webserver	8-154
8.4.8	Anwenderdefinierte Webseiten	8-155
8.4.9	Display	8-156
8.4.10	Oberflächensprache	8-158

8.4.11	Uhrzeit	8-158
8.4.12	Schutz & Security	8-159
8.4.13	Systemstromversorgung	8-160
8.4.14	Konfigurationssteuerung	8-160
8.4.15	Verbindungsressourcen	8-161
8.4.16	Adressübersicht.....	8-161
8.5	Hardware-Konfiguration speichern, übersetzen und laden.....	8-162
8.5.1	Hardware-Konfiguration laden	8-165
8.6	Übersicht STATUS LEDs der CPU und der Baugruppen	8-167
9.	Programm- und Anwenderstruktur.....	9-169
9.1	Programmiersprachen.....	9-169
9.2	Betriebssystem und Anwenderprogramm	9-171
9.3	Bausteinarten	9-173
9.3.1	OB – Organisationsbausteine.....	9-174
9.3.2	FC - Funktion	9-177
9.3.3	FB – Funktionsbaustein	9-178
9.3.4	DB – Datenbaustein.....	9-179
9.3.5	Systembausteine	9-180
9.3.6	Standardbausteine.....	9-180
9.3.7	Baustein-Mengengerüst.....	9-181
9.3.8	Nachladen von Bausteinen.....	9-181
9.4	Programmstruktur.....	9-182
9.4.1	Übersicht über die Bausteine in STEP 7	9-183
9.5	Schachtelungstiefe	9-184
9.6	Programmbearbeitung.....	9-185
9.6.1	Prozessabbilder	9-186
9.6.2	Zykluszeit.....	9-187
9.6.3	Reaktionszeit	9-188
9.7	S7-1500 Baustein programmieren.....	9-189
9.7.1	Arbeitsbereich des Programmeditors für Codebausteine.....	9-190
9.7.2	Absolute Adressierung.....	9-194
9.7.3	Kommentare	9-197
9.7.4	Bausteineigenschaften	9-198
9.8	Testen mit Programmstatus.....	9-207
9.8.1	Diagnosesymbole in der Projektnavigation	9-211
9.8.2	Adressierung von 64-Bit-Variablen	9-216
10.	PLC-Variablen	10-217
10.1	Neue Begriffe im TIA-Portal	10-217
10.2	Variablen	10-217
10.2.1	PLC-Variablentabellen bearbeiten	10-218
10.2.2	Standard-Variablentabelle	10-219
10.2.3	PLC-Variablen definieren	10-221
10.2.4	Arbeiten mit der PLC-Variablentabelle	10-222
10.2.5	PLC-Variablen beobachten	10-222
10.2.6	PLC-Variablentabelle exportieren und importieren	10-223
10.3	Grundverknüpfungen	10-226
10.3.1	Überwachung von drei Pumpen	10-231
11.	Testen mit Beobachtungstabellen.....	11-233
11.1	Übung: 7 - Segment - Anzeige	11-234
11.2	Bibliotheken.....	11-235
11.2.1	Projektbibliothek öffnen	11-236
11.2.2	Bausteine aus „Globaler Bibliothek“ verwenden	11-237
11.3	Beobachtungstabelle anlegen	11-239

11.4	Variablen steuern mit Beobachtungstabellen.....	11-244
11.5	Variablen forcen mit Beobachtungstabellen.....	11-248
12.	Speicherfunktionen	12-253
12.1	Speicher-Boxen.....	12-253
12.2	Flipflop-Schaltung vorrangig rücksetzen und vorrangig setzen	12-254
12.2.1	Test RS -Speicherfunktion	12-255
12.3	Remanenzverhalten	12-256
12.4	Einzelnes Setzen und Rücksetzen	12-258
12.5	Mehrfaches Setzen und Rücksetzen	12-259
12.6	Schlossschaltung	12-261
12.7	Förderbandmodell: Wendeschüttschaltung	12-263
12.8	Flankenauswertung	12-267
12.8.1	Funktionsweise einer Flankenauswertung	12-267
12.8.2	Flankenauswertung des Verknüpfungsergebnisses	12-268
12.8.3	Flankenauswertung einer Binärvariablen	12-269
12.8.4	Flankenauswertung mit Impulsausgabe	12-270
12.8.5	R_TRIG / N_TRIG	12-271
12.8.6	Test Flankenauswertung	12-272
12.9	Schaltfolge von Pumpen	12-275
13.	Zeitfunktionen	13-277
13.1	Klassische S5-Zeitfunktionen	13-277
13.1.2	Beschaltung der Zeitfunktion	13-278
13.1.3	Übersicht der S5-Timer	13-278
13.3	IEC – Zeitfunktionen	13-279
13.4	Impulsbildung TP	13-281
13.5	Einschaltverzögerung TON	13-282
13.6	Speichernde Einschaltverzögerung TONR.....	13-283
13.7	Ausschaltverzögerung TOF	13-284
13.8	RT-Funktion, Rücksetzen einer Zeitfunktion.....	13-285
13.9.1	Test IEC-Zeitfunktionen	13-286
13.9.2	Förderband mit Wartezeit und aut. Rücklauf.....	13-289
13.9.3	IEC-Zeiten mit Datenbaustein	13-292
14.	Zählfunktionen	14-297
14.1	SIMATIC-Zähler	14-297
14.2	IEC-Zähler	14-298
14.2.1	Vorwärtszähler CTU	14-300
14.2.2	Rückwärtszähler CTD.....	14-301
14.2.3	Vorwärts-Rückwärtszähler CTUD	14-302
14.2.4	Test IEC-Zähler	14-304
14.2.5	Förderband: Maschinenzyklen zählen.....	14-305
15.	Lade- und Transferoperationen	15-307
15.1	Systemarchitektur der S7-1500	15-307
15.2	Datenaustausch	15-307
15.2.1	Datenaustausch S7-300/400.....	15-307
15.2.2	Datenaustausch S7-1500.....	15-308
15.3	Wert übertragen (MOVE-Box)	15-309
15.4	Parametrierbare Bausteine	15-312
15.4.1	Bausteinschnittstelle.....	15-313
15.4.2	Begriffe bei Variablen und Parametern	15-316

0 Inhaltsverzeichnis

15.4.3	Übung: 7 - Segment - Anzeige 2	15-317
15.4.4	Übung: Drehrichtungsanzeige	15-321
15.5	Parameterinstanzen	15-326
15.5.1	IEC-Timer im FC als Parameterinstanz	15-326
15.6	Funktionsbaustein erstellen	15-330
15.6.1	IEC-Timer im FB als Multiinstanz	15-331
16.	Vergleichsfunktionen	16-337
16.1	Vergleich zweier Variablenwerte	16-338
16.1.1	Test Vergleicher	16-339
16.2	Bereichsvergleich	16-341
16.2.1	Test Bereichsvergleich	16-342
16.2.2	Förderband: Maschinenzyklen zählen, anzeigen, vergleichen	16-343
17.	Programminformationen	17-345
17.1	Querverweisliste	17-346
17.1.1	Aufbau der Querverweisliste	17-346
17.1.2	Schaltflächen in der Funktionsleiste	17-348
17.1.3	Filtereinstellungen in der Querverweisliste	17-348
17.1.4	Anwenden der Querverweise	17-349
17.1.5	Anzeige der Querverweise im Inspektorfenster	17-351
17.2	Belegungsplan	17-352
17.2.1	Aufrufstruktur	17-355
17.2.2	Abhängigkeitsstruktur	17-357
17.2.3	Speicherauslastung der CPU	17-359
18.	Miscellaneous	18-361
18.1	Bausteine löschen	18-361
18.2	Bausteine offline/online vergleichen	18-364
18.3	Doppel-Zuweisung finden	18-369
18.4	Ohne Offline-Projekt im Online-Betrieb arbeiten	18-371
18.5	Projektdaten von der CPU in das Programmiergerät laden	18-373
18.6	Diagnose	18-382
18.6.1	Diagnosepuffer	18-384
18.7	Webserver der CPU	18-385
19.	Betriebszustände der CPU-Baugruppe	19-389
19.1	Einstellen des Anlaufverhaltens	19-391
19.2	Betriebszustand ANLAUF	19-393
19.3	Betriebszustand STOP	19-394
19.4	Betriebszustand RUN	19-394
19.5	Anlaufart anzeigen und quittieren (OB100)	19-395
19.5.1	Baustein OB100 löschen	19-398
20.	SCL (Structured Control Language)	20-399
20.1	Ausdrücke, Operanden und Operatoren	20-402
20.1.1	Ausdrücke	20-402
20.1.2	Operanden	20-403
20.1.3	Operatoren	20-404
20.2	SCL-Baustein erstellen	20-405
20.2.1	Übung 1: Logische Ausdrücke	20-406
20.2.2	Übung 2: IF-THEN-Steuerungsanweisungen	20-408
20.2.3	Übung 3: Flankenauswertung	20-409
20.2.4	Übung 4: Vergleichsausdrücke	20-413
20.2.5	Übung 5: Rezeptauswahl	20-418

20.2.6	Übung 6: Drehrichtungserkennung	20-420
21.	Visualisierung (HMI Panel)	21-423
21.1	Übersicht Basic Panels	21-424
21.1.1	SIMATIC HMI Basic Panels 2 nd Generation	21-424
21.2	Aufgabenstellung: Visualisierung Förderband	21-426
21.2.1	Ein Projekt mit einer HMI-Station anlegen	21-429
21.2.2	Bediengeräte-Assistent verwenden	21-432
21.2.3	Projektnavigation	21-438
21.2.4	Menüleiste und Schaltflächen	21-439
21.2.5	Arbeitsbereich	21-439
21.2.6	Werkzeuge	21-440
21.2.7	Eigenschaftsfenster	21-441
21.2.8	Detailansicht	21-441
21.2.9	IP-Adresse des Panels einstellen	21-442
21.2.10	IP-Adresse am Panel einstellen	21-443
21.3	HMI-Verbindungen projektieren	21-446
21.4	Prozessbilder projektieren	21-447
21.4.1	Arbeitsfenster für Prozessbilder	21-447
21.4.2	Projektierung des Grundbildes	21-448
21.4.3	Bedien- und Beobachtungsfunktionen	21-453
21.4.4	Ein, Aus und Handbetrieb Schaltflächen projektieren	21-454
21.5	HMI-Variablen	21-456
21.6	Bildobjekte zur Laufzeit verändern	21-460
21.6.1	Basisobjekte für die Bildprojektierung	21-460
21.6.2	E/A-Feld zur Anzeige des Pufferspeicherinhalts projektieren	21-464
21.7	Balkenanzeige projektieren	21-466
21.8	Projektierung ins Panel laden und testen	21-468
21.8.1	Betriebssystem beim Laden aktualisieren	21-468
21.8.2	HMI-Station starten	21-468
21.9	Uhrzeitsynchronisation HMI Basic Panel mit S7-1500	21-472
22.	Praktikum	22-485
22.1	Belüftungsanlage	22-485
22.2	Bahnkorrektur eines Roboterschweißarms	22-486
22.3	Siloentleerung	22-487
22.4	Lüftersteuerung	22-488
23.	Lösungsvorschläge	23-489
23.1	Lösungsvorschläge Übungen	23-489
23.1.1	Überwachung von drei Pumpen	23-489
23.1.2	Förderband mit Änderungen	23-490
23.1.3	Schaltfolge von Pumpen	23-492
23.1.4	Drehrichtungsanzeige	23-493
23.2	Lösungsvorschläge Praktikum	23-495
23.2.1	Belüftungsanlage	23-495
23.2.2	Bahnkorrektur eines Roboterschweißarms	23-498
23.2.3	Siloentleerung	23-499
23.2.4	Lüftersteuerung	23-500