

---

# Inhalt

<b>Einführung: Prozessvisualisierung und SCADA .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Grundlagen der Automatisierung mit SPS .....</b>	<b>7</b>
1.1 Aufbau und Funktionen einer SPS.....	7
1.1.1 Bauformen.....	8
1.1.2 Funktionsblöcke .....	8
1.1.3 Zykluszeit und Reaktionszeit .....	9
1.1.4 Analogwertverarbeitung.....	11
1.1.5 Programmierung.....	12
1.2 Bussysteme.....	15
1.2.1 Passive und aktive Kommunikation.....	15
1.2.2 Busstrukturen .....	17
1.2.3 Automatisierungsnetzwerke.....	19
1.2.4 Busparameter und Berechnungsformeln.....	22
1.2.4.1 Zykluszeit des Buses .....	23
1.2.4.2 Übertragungsrate und Buslänge .....	25
1.2.4.3 Stichleitungslänge vom Teilnehmer zum Bus.....	25
1.2.4.4 Maximale Buslänge.....	27
1.2.5 ISO/OSI-Referenzmodell .....	29
1.2.6 Busprotokolle .....	30
1.2.7 Buszugriffsverfahren .....	32
1.2.8 Zuordnung von Bussystemen .....	34
1.2.9 Beispiele von Bustypen.....	36
1.2.9.1 ASI-Bus.....	36
1.2.9.2 CAN-Bus.....	36
1.2.9.3 Industrial Ethernet.....	37
1.2.9.4 Interbus-S .....	37
1.2.9.5 Modbus.....	38
1.2.9.6 PROFIBUS.....	38
1.3 Open Process Control (OPC) .....	40
1.4 Aufbau und Strukturen von Steuerungssystemen .....	43
1.4.1 Steuerung mit Einzel-SPS .....	43
1.4.2 SPS-Systeme .....	46
1.4.3 Prozessleitsysteme (PLS).....	48
1.4.4 Prozessvisualisierung mit PLS.....	49
1.5 Zusammenfassung.....	52

---

<b>Teil 1: SPS-Programmierung</b> .....	53
<b>2 Programmierung mit CONCEPT</b> .....	53
2.1 Einführung .....	53
2.2 Anlegen eines neuen Projektes .....	54
2.2.1 SPS-Konfiguration .....	54
2.2.2 Programmieren mit der FBD-Sprache.....	57
2.2.3 Verbinden und Laden.....	60
2.2.4 Animation des Programms .....	62
2.3 Funktionsbausteinsprache .....	65
2.3.1 Funktionsbausteine .....	65
2.3.2 Sprachelemente .....	68
2.3.3 Datentypen .....	69
2.3.4 Funktionsbausteine .....	70
2.4 Programmierung von Reglern mit CONCEPT.....	74
2.4.1 Standardregler .....	74
2.4.2 Digitalisierung analoger Regelalgorithmen .....	80
2.4.3 Beispiel: Steuerung und Regelung eines Reaktors .....	83
<b>3 Programmierung mit MELSOFT</b> .....	85
3.1 Einführung .....	85
3.1.1 SPS-System.....	85
3.1.2 Adressierung der Module.....	86
3.1.3 Starten des GX IEC Developer .....	87
3.2 Programmierung.....	88
3.2.1 Erstellen eines Projektes .....	88
3.2.2 Deklaration der globalen Variablen.....	90
3.2.3 Erstellen einer POE-Programm-Organisationseinheit .....	92
3.2.4 Programmieren der Netzwerke .....	95
3.2.5 Erweitern des SPS-Programms .....	100
3.3 Ausführen des Programms .....	104
3.3.1 Anlegen des Tasks .....	104
3.3.2 Kompilieren des Projektes .....	105
3.3.3 Download in die SPS .....	106
<b>4 MX OPC-Server</b> .....	107
4.1 Einführung .....	107
4.1.1 Erste Schritte.....	108
4.1.2 Erweitern des SPS-Programms .....	109
4.2 Erstellen der Datenbank.....	111
4.2.1 Erstellen von Devices.....	111
4.2.2 Erstellen von Groups.....	113

---

4.2.3 Erstellen von Tag's .....	114
4.3 Kommunikation.....	117
4.3.1 Überprüfen der Kommunikation mit der SPS.....	117
4.3.2 Der OPC DataSpy .....	118
4.4 Simulation .....	121
4.4.1 Arbeiten ohne Verbindung zur SPS.....	121
4.4.2 Simulieren des SPS-Device.....	121
4.4.3 Simulieren von OPC-Tag's.....	123
4.4.4 Manuelles Verändern der Werte von OPC-Tag's.....	125
<b>Teil 2: Visualisierung</b> .....	127
<b>5 Grundlagen der Visualisierung</b> .....	127
5.1 Merkmale eines SCADA-Systems.....	127
5.1.1 Zwei Software-Arten.....	127
5.1.2 Funktionen eines SCADA-Systems .....	129
5.1.3 Komponenten eines SCADA-Systems.....	131
5.2 Prozessanbindung.....	132
5.2.1 Einführung .....	132
5.2.2 Direkter Zugriff auf die Prozessdaten über eine SPS .....	133
5.2.3 Anbindung einer SPS über die PC-Schnittstellen.....	134
5.2.4 Beispiele von Schnittstellen.....	135
5.3 SCADA-Steuerungsarten .....	138
5.3.1 Online-Steuerung über Modbus .....	138
5.3.2 Online-Steuerung und Visualisierung über Modbus.....	139
5.3.3 Offline-Steuerung über Modbus Plus und Ethernet.....	139
5.3.4 Offline-Steuerung und Visualisierung .....	140
5.4 Grundlagen der SCADA-Programmierung.....	142
5.4.1 Programmaufbau .....	142
5.4.2 Verbindung zwischen zwei Objekten .....	145
5.4.3 Variablen und Datentypen .....	146
5.4.4 Programmierung.....	149
5.4.5 Ausdrücke (Expressions) und Befehle.....	152
5.4.6 Beispiel einer LabVIEW-Applikation .....	153
<b>6 Visualisieren mit Lookout</b> .....	157
6.1 Prozess, Panel und Objekt erstellen.....	157
6.2 Eine Offline-Applikation erstellen.....	161
6.3 Control-Elemente .....	163
6.4 Display-Elemente.....	164
6.5 Steuerung von Lookout-Elementen.....	166

---

6.6	Visualisierung eines Regelkreises.....	169
6.6.1	Füllstandsstrecke als I-Glied.....	169
6.6.2	Temperaturstrecke als P-T1-Glied.....	171
6.6.3	PID-Regler .....	172
6.6.4	Offline-Projekt: Regelung eines Reaktors .....	174
6.7	Kommunikation und Datenaustausch .....	176
6.7.1	Kommunikation unter MS Windows.....	176
6.7.2	DDE-Kommunikation.....	180
6.7.3	Web-Client/Server-Kommunikation.....	182
6.7.4	OPC-Server .....	184
6.7.5	Historical Database.....	185
<b>7</b>	<b>Visualisierung mit CONCEPT und Lookout .....</b>	<b>189</b>
7.1	Eine Online-Applikation erstellen .....	189
7.2	Die Applikation nachbessern .....	196
7.2.1	Hysterese einfügen.....	196
7.2.2	Sollwert über Lookout eingeben.....	198
7.2.3	Ventil-Zustände anzeigen .....	201
7.2.4	Maximale Füllstandshöhe begrenzen.....	202
7.2.5	Weitere virtuelle Elemente einfügen .....	203
7.2.6	Drehzahl des Rührwerkes ansteuern.....	205
7.3	SCADA-Einsatz im Unterricht .....	205
7.3.1	HIL und RCP.....	205
7.3.2	LIMS .....	208
7.3.3	Projektbeispiel: Instandhaltung eines Reaktors .....	209
7.3.4	Lookout im Unterricht .....	215
<b>8</b>	<b>Visualisierung mit STEP 7 und Lookout.....</b>	<b>219</b>
8.1	Einführung .....	219
8.2	SPS-Programmierung.....	219
8.3	Erstellen der Prozessvisualisierung.....	220
8.3.1	Datenkommunikation zwischen Lookout und SPS-S7 .....	220
8.3.2	Visualisierung mit Lookout .....	221
<b>9</b>	<b>Visualisierung mit MELSOFT und Lookout .....</b>	<b>229</b>
9.1	Einführung .....	229
9.2	Das SPS-Programm.....	230
9.2.1	Struktur des Programms.....	230
9.2.2	Globale Variablenliste .....	232
9.2.3	POE ‚Bereitschaft‘ .....	233
9.2.4	POE ‚Vorwahl_A_B‘ .....	234
9.2.5	POE ‚Eingangsband‘ .....	235
9.2.6	POE ‚Transferband‘ .....	236

9.2.7 POE ‚Band_A‘ .....	237
9.2.8 POE ‚Band_B‘ .....	237
9.2.9 POE ‚Produktzaehler‘ .....	238
9.3 Die OPC-Konfiguration .....	239
9.3.1 Erstellen der OPC-Datenbank.....	239
9.4 Visualisierung des Projektes in Lookout .....	241
9.4.1 Erstellen des Projektes .....	241
9.4.2 Einfügen von Grafiken.....	244
9.4.3 Einfügen von Texten und Tafeln .....	247
9.4.4 Darstellen digitaler Signale (Expression) .....	249
9.4.5 Darstellen der sogenannten ‚Spinner‘ .....	255
9.4.6 Erstellen der Schalter und Taster (Switch, Pushbutton) ....	258
9.4.7 Anzeige und Eingabe numerischer Werte.....	264
9.4.8 Darstellen von Animationen .....	272
<b>Teil 3: Funktionsbausteine</b> .....	<b>283</b>
<b>10 Funktionsbausteine von MELSOFT</b> .....	<b>283</b>
10.1 Einführung .....	283
10.1.1 Die wichtigsten IEC-Bausteine der SPS-Q00 .....	285
10.1.2 Der Funktionsbaustein-Header .....	286
10.2 Programmieren der Funktionsbausteine.....	287
10.2.1 RS-Baustein (Vorrangig rücksetzend) .....	287
10.2.2 SR-Baustein (Vorrangig setzend) .....	289
10.2.3 TON-Baustein (Anzugverzögertes Zeitglied).....	291
10.2.4 TOF-Baustein (Abfallverzögertes Zeitglied).....	293
10.2.5 TP-Baustein (Impulszeitglied).....	295
10.2.6 CTU-Baustein (Aufwärtszähler).....	297
10.2.7 CTD-Baustein (Abwärtszähler).....	299
10.2.8 CTUD-Baustein (Aufwärts- Abwärtszähler).....	301
<b>11 Funktionsbausteine von CONCEPT</b> .....	<b>305</b>
11.1 Bibliotheken .....	305
11.2 Bausteine der IEC-Bibliothek .....	306
11.2.1 Übersicht .....	306
11.2.2 Logische Funktionen (AND, OR, NOT usw.) .....	308
11.2.3 Arithmetische Funktionen (ADD, MUL, MOVE usw.) .	309
11.2.4 Vergleich (wenn..., dann).....	309
11.2.5 Typumwandlung .....	310
11.2.6 Zeitfunktionen (Timer) .....	311
11.2.7 Zähler .....	311

---

11.2.8 Auswahlfunktionen (Selektieren, Begrenzen usw.).....	312
11.2.9 Setzen / Rücksetzen .....	312
11.2.10 Flankenerkennung (Trigger) .....	313
11.2.11 Numerische Funktionen (LOG, SIN, EXP usw.).....	313
11.3 EXTENDED-Bausteinbibliothek.....	314
11.4 SYSTEM-Bausteinbibliothek (SPS-Status, Zeitgeber).....	315
11.5 CONT_CTL-Bausteinbibliothek (Regelkreisglieder).....	316
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>317</b>
<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>319</b>