

## Inhaltsverzeichnis

### Teil I Grundlagen der Steuerungstechnik mit SPS

<b>1 Einführung</b>	1
1.1 Anforderungen an eine SPS-Ausbildung	1
1.2 Grundbegriffe der Steuerungstechnik mit SPS	1
<b>2 Aufbau und Funktionsweise einer SPS</b>	5
2.1 Struktur einer Informationsverarbeitung	5
2.2 Struktur einer SPS	5
2.3 Programmverarbeitung	7
2.4 Signaleingabe, Signalausgabe	9
2.5 Struktur der Steuerungssprache	10
2.5.1 Operationsumfang	11
2.5.2 Operandenumfang	12
2.5.3 Adressierung von Eingängen, Ausgängen, Merkern	13
2.5.4 Programmdarstellung	14
<b>3 Logische Verknüpfungen</b>	16
3.1 Negation und logische Grundverknüpfungen	16
3.1.1 Die Negation (NICHT)	16
3.1.2 Die UND-Verknüpfung	18
3.1.3 Die ODER-Verknüpfung	20
3.2 Zusammenstellung der Beschreibungsmittel und Darstellungsarten	22
3.3 Zusammengesetzte logische Grundverknüpfungen	23
3.3.1 UND-vor-ODER-Verknüpfung	23
3.3.2 ODER-vor-UND-Verknüpfung	24
3.4 Merker	25
3.5 Vertiefung und Übung	28

### Teil II Binäre Steuerungen

#### II.1 Verknüpfungssteuerungen

<b>4 Verknüpfungssteuerungen ohne Speicherverhalten</b>	31
4.1 Funktionstabelle	31
4.2 Disjunktive Normalform DNF	33
4.3 Entscheidungstabelle	40
4.4 Konjunktive Normalform KNF	42
4.5 Vereinfachung von Schaltfunktionen	44
4.5.1 Algebraisches Verfahren	44
4.5.2 KVS-Diagramm	47
4.6 Vertiefung und Übung	53

<b>5 Verknüpfungssteuerungen mit Speicherverhalten</b> .....	57
5.1 Entstehung des Speicherverhaltens .....	57
5.2 RS-Speicherglied .....	60
5.3 Verriegelung von Speichern .....	63
5.4 Wischkontakt und Flankenauswertung .....	69
5.5 Vertiefung und Übung .....	73
<b>6 Verknüpfungssteuerungen mit Zeitverhalten</b> .....	78
6.1 Betriebsarten der Zeitglieder .....	78
6.2 Zeit als Impuls (SI) .....	79
6.3 Zeit als verlängerter Impuls (SV) .....	81
6.4 Einschaltverzögerung (SE) .....	83
6.5 Ausschaltverzögerung (SA) .....	85
6.6 Laden und Transferieren von Zeitworten .....	89
6.7 Vertiefung und Übung .....	90
<b>7 Verknüpfungssteuerungen mit Zählvorgängen</b> .....	93
7.1 Zählen in der Steuerungstechnik .....	93
7.2 Zählfunktionen .....	93
7.3 Vertiefung und Übung .....	99
<b>8 Zustandsbeschreibung für Verknüpfungssteuerungen</b> .....	101
8.1 Einführung .....	101
8.2 Zustandsgraph .....	101
8.3 Signalvorverarbeitung .....	114
8.4 Komplexes Steuerungsbeispiel mit Zählfunktionen .....	120
8.5 Schleifen im Zustandsgraph .....	126
8.6 Vertiefung und Übung .....	131
 <b>II.2 Ablaufsteuerungen</b>	
<b>9 Ablaufsteuerungen mit RS-Speicher</b> .....	137
9.1 Struktur einer Ablaufsteuerung .....	138
9.2 Ablaufkette .....	140
9.2.1 Ablaufkette ohne Verzweigung .....	142
9.2.2 Ablaufkette mit einer ODER-Verzweigung .....	144
9.2.3 Ablaufkette mit einer UND-Verzweigung .....	147
9.3 Betriebsartenteil, Meldungen und Befehlsausgabe .....	150
9.3.1 Bedienfeld .....	150
9.3.2 Betriebsartenteil mit Meldungen .....	151
9.3.3 Schrittanzeige .....	153
9.3.4 Befehlsausgabe .....	154
9.3.5 Programmaufbau .....	154
9.4 Steuerungsbeispiele .....	155
9.5 Vertiefung und Übung .....	166
<b>10 Ablaufsteuerungen mit Zähler</b> .....	174
10.1 Zähler als taktabhängiges Schrittschaltwerk .....	174

10.2	Umsetzung der Ablaufkette mit Zählern .....	177
10.3	Vertiefung und Übung .....	191
<b>II.3 Spezialgebiete der Steuerungstechnik</b>		
<b>11</b>	<b>Grundlagen der Steuerungssicherheit .....</b>	<b>192</b>
11.1	Begriffe und Ziele .....	192
11.2	Spezielle Sicherheitsanforderungen .....	192
11.2.1	NOT-AUS-Einrichtung .....	192
11.2.2	Schutz gegen selbsttätigen Wiederanlauf .....	194
11.2.3	Erdschlußsicherheit .....	194
11.2.4	Drahtbruchsicherheit .....	195
11.2.5	Verriegelungen .....	196
11.2.6	Sicherheitsgrenztaster .....	197
11.3	Sicherheitstechnische Software-Maßnahmen .....	198
11.3.1	Einstellung des Anlaufverhaltens mit Organisationsbau- steinen .....	198
11.3.2	Alarmbearbeitung .....	198
11.3.3	Betriebsartenteil unter Sicherheitsaspekten .....	199
11.4	Projektierungsbeispiel .....	206
<b>12</b>	<b>Umsetzung verbindungsprogrammierter Steuerungen in speicher- programmierte Steuerungen .....</b>	<b>215</b>
12.1	Schützsteuerung .....	215
12.2	Pneumatische Steuerung .....	223
12.3	Vertiefung und Übung .....	232
<b>Teil III Digitale Steuerungen</b>		
<b>III.1 Einführung in die Wortverarbeitung</b>		
<b>13</b>	<b>Zahlendarstellung in der Steuerungstechnik .....</b>	<b>236</b>
13.1	Übersicht .....	236
13.2	Grundlagen des Dualzahlensystems .....	237
13.2.1	Dualzahlwort .....	237
13.2.2	Rechnen mit Dualzahlen .....	238
13.2.3	Zweierkomplement .....	241
13.3	Zahlenformate der Steuerungssprache .....	244
13.3.1	Betragszahlen .....	244
13.3.2	Festpunktzahlen .....	244
13.3.3	Gleitpunktzahlen .....	245
13.3.4	Hexadezimalzahlen .....	246
13.3.5	BCD-Zahlen .....	248
13.3.6	Laden von Konstanten und Formatwahl von Operanden .....	251
13.4	Vertiefung und Übung .....	255
<b>14</b>	<b>Grundoperationen für digitale Steuerungen .....</b>	<b>256</b>
14.1	Abgrenzung der Begriffe binäre und digitale Steuerung .....	256

14.2	Einsatz von Funktionsbausteinen .....	257
14.3	Digitale Grundoperationen im Überblick .....	263
14.4	Lade- und Transferoperationen .....	265
14.5	Digitales Invertieren .....	268
14.6	Vergleichsoperationen .....	268
14.7	Arithmetische Operationen .....	270
14.7.1	Addition und Subtraktion .....	271
14.7.2	Multiplikation und Division .....	271
14.7.3	Vorzeichenumkehr bei Dualzahlen .....	272
14.8	Bausteinaufrufe und Sprungoperationen .....	272
14.8.1	Bausteinaufrufe .....	272
14.8.2	Sprungoperationen .....	273
14.9	Digitale Verknüpfungen .....	276
14.9.1	UND-, ODER-, EXOR-Wort .....	276
14.9.2	Maskieren und Binärstellen .....	277
14.9.3	Ergänzen von Bitmustern .....	277
14.9.4	Signalwechsel von Binärstellen erkennen .....	277
14.10	Registeroperationen .....	278
14.10.1	Parallelregister .....	279
14.10.2	Schieberegister .....	279
14.10.3	Schiebespeicher .....	280
14.10.4	SPS-Register in Datenbausteinen .....	281
14.10.5	Lade- und Transferoperationen mit Datenworten .....	282
14.10.6	Schiebeoperationen .....	282
14.10.7	Operationen mit Adreßrechnung (indirekte Adressierung) .....	285
14.10.8	Inkrementieren und Dekrementieren .....	290
14.11	Codewandlungen .....	294
14.12	Vertiefung und Übung .....	296
<b>III.2 Beschreibungsmittel und Entwurfsmethoden</b>		
<b>15</b>	<b>Funktionsplan als Grobstruktur .....</b>	<b>299</b>
15.1	Einführung .....	299
15.2	Funktionsplandarstellung von Sprungoperationen .....	300
15.3	Programmierung nach Funktionsplanvorlage .....	303
15.4	Vertiefung und Übung .....	316
<b>16</b>	<b>Ablaufplan .....</b>	<b>319</b>
16.1	Einführung in die Ablaufstrukturmethode .....	319
16.2	Programmablaufplan .....	319
16.2.1	Programmkonstrukt: Verarbeitung .....	320
16.2.2	Programmkonstrukt: Folge .....	320
16.2.3	Programmkonstrukte mit Verzweigung .....	320
16.2.4	Programmkonstrukte mit Wiederholungen .....	321
16.3	Struktogramm .....	322
16.4	Programmierung nach Vorlage von Programmablaufplan oder Struktogramm .....	323
16.4.1	Verarbeitung und Folge .....	325
16.4.2	Verzweigung .....	325

16.4.3	Wiederholung .....	327
16.5	Anwendung der Ablaufstrukturmethode .....	328
16.5.1	Folge .....	328
16.5.2	Verzweigung .....	331
16.5.3	Wiederholung .....	340
16.6	Vertiefung und Übung .....	347
<b>17</b>	<b>Zustandsgraph und Zustandsdiagramm .....</b>	<b>352</b>
17.1	Zustandsgraph .....	352
17.1.1	Erweiterung der Beschreibungsform .....	352
17.1.2	Zeigerprinzip .....	354
17.1.3	Steuerungsbeispiele .....	355
17.2	Zustandsdiagramm .....	368
17.2.1	Grundlagen der Automaten .....	368
17.2.2	Entwicklung des Zustandsdiagramms .....	370
17.2.3	Steuerungsbeispiele .....	372
17.3	Vertiefung und Übung .....	386
<b>18</b>	<b>Tabellen und Zuordner .....</b>	<b>390</b>
18.1	Einführung .....	390
18.2	Zuordner aus Funktionstabelle .....	391
18.3	Zuordner aus Entscheidungstabelle .....	396
18.4	Zuordner aus Zustandsgraph .....	398
18.5	Zuordner aus Zustandsdiagramm .....	407
18.6	Zuordner für zeitgeführte Ablaufsteuerungen .....	414
18.7	Zuordner für die Befehlsausgabe einer prozeßgeführten Ablaufsteuerung ..	418
18.8	Vertiefung und Übung .....	421
 <b>Teil IV Analogwertverarbeitung und Regelungsprozesse</b>		
<b>19</b>	<b>Eingabe und Ausgabe analoger Signale .....</b>	<b>423</b>
19.1	Analoge Steuersignale .....	423
19.2	Prinzipien der Signalumsetzung .....	423
19.2.1	Analog-Digital-Umsetzer ADU .....	424
19.2.2	Digital-Analogumsetzer DAU .....	425
19.3	Analogeingabe .....	426
19.3.1	Aufbau, Adresse, Zahlenformat .....	426
19.3.2	Anschluß von Meßwertgebern .....	428
19.3.3	Einlesen von Analogwerten .....	431
19.4	Analogausgabe .....	440
19.4.1	Aufbau, Adressen, Zahlenformat .....	440
19.4.2	Anschluß von Verbrauchern .....	441
19.4.3	Auslesen von Analogwerten .....	443
19.5	Vertiefung und Übung .....	450
<b>20</b>	<b>Regeln mit SPS .....</b>	<b>454</b>
20.1	Einführung .....	454