

Inhaltsverzeichnis

0	Informationen zum Lehrbrief 1	3
1	Grundbegriffe der Automatisierungstechnik	6
1.1	Steuerung	7
1.2	Regelung	9
1.3	Binärsignale	11
1.4	Analogsignale	11
2	Boolesche (Schalt-) Algebra	13
2.1	Boolesche Grundoperationen	14
2.1.1	UND-Verknüpfung	14
2.1.2	ODER-Verknüpfung	15
2.1.3	Negation	16
2.2	Gesetze und Rechenregeln	18
2.2.1	Postulate	18
2.2.2	Theoreme	18
2.2.3	Gesetze	18
2.3	Umwandlung einer Schaltfunktion	20
2.4	Beispiele	22
3	Von der hardwareorientierten Automatisierung zur SPS	24
3.1	Einführung	25
3.2	Beispiel für eine Schützsteuerung	26
3.3	Beispiel für einen pneumatischen Regler	32
4	Aufbau und Arbeitsweise einer SPS	34
4.1	Hardware	35
4.2	Software	40
5	Der SPS-Standard IEC 61131-3	43
5.1	Vorgeschichte	44
5.2	Bestandteile der IEC-Norm	44
5.3	Die Organisation PLCopen	48
6	Struktur eines SPS-Projektes	52
6.1	IEC 61131-3 – Modelle	53
6.1.1	Softwaremodell	53
6.1.2	Kommunikationsmodell	54
6.1.3	Programmiermodell	57
6.1.4	Beispiel für eine Konfiguration	58
6.1.5	Ausführung der Beispielkonfiguration	61
6.2	CoDeSys – Projekte	64
6.3	STEP 7 – Projekte	66
7	Ein erstes kleines Beispiel nach IEC	68
7.1	Aufgabenstellung	69
7.2	Steuerung nach IEC in Funktionsbausteinsprache	69
8	Installation von CoDeSys	73
9	Erstes kleines Beispiel mit CoDeSys	76
10	Installation von STEP 7	84
11	Erstes kleines Beispiel mit STEP 7	86
12	Kontrollfragen	93
13	Lösungen zu den Aufgaben im Lehrbrief	95

SPS-Technik und IEC-Programmierung
Seite 2 - Lehrbrief 1

14	Lösungen der Kontrollfragen	105
15	Hausaufgaben	109
15.1	Schaltfunktion	112
15.2	Projekt „Positive Flanke“	114
15.2.1	Lösung nach IEC	114
15.2.2	Lösung für CoDeSys	114
15.2.3	Lösung für STEP 7	117
16	INDEX	120

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
0 Informationen zum Lehrbrief 2	3
1 Darstellung von Informationen in einer SPS	7
1.1 Darstellung von Information	8
1.1.1 Zahlensysteme	8
1.1.2 Informationsdarstellung	14
1.2 Speicherung und Verarbeitung von Information bei STEP7-S5	17
1.2.1 Akkumulatoren	19
1.2.2 Statuswort	21
1.2.3 Weitere Register	22
2 Datentypen und Variablen in IEC 61131-3	23
2.1 Darstellung von Daten	24
2.1.1 Zeichensatz	24
2.1.2 Bezeichner	24
2.1.3 Schlüsselwörter	25
2.1.4 Kommentare	26
2.1.5 Numerische Literale	26
2.1.6 Zeichenfolge-Literale	27
2.1.7 Zeitleterale	29
2.2 Datentypen	30
2.2.1 Elementare Datentypen	30
2.2.2 Allgemeine Datentypen	32
2.2.3 Abgeleitete Datentypen	33
2.2.4 Initialisierung	37
2.3 Variablen	41
2.3.1 Darstellung	41
2.3.2 Initialisierung	43
2.3.3 Deklaration	44
3 Programmorganisationseinheiten nach IEC 61131-3	49
3.1 Funktionen	50
3.1.1 Definition von Funktionen	50
3.1.2 Darstellung von Funktionen	50
3.1.3 Steuerung der Ausführung von Funktionen	52
3.1.4 Deklaration von abgeleiteten Funktionen	53
3.1.5 Überladene Funktionen	55
3.2 Funktionsbausteine	57
3.2.1 Definition von Funktionsbausteinen	57
3.2.2 Darstellung von Funktionsbausteinen	57
3.2.3 Steuerung der Ausführung von Funktionsbausteinen	59
3.2.4 Deklaration von abgeleiteten Funktionsbausteinen	59
3.3 Programme	63
4 Bausteine eines STEP 7-Programms	65
4.1 Überblick	66
4.2 Organisationsbausteine (OB)	66
4.3 Funktionen (FC) und Funktionsbausteine (FB)	69
4.4 Datenbausteine DB	70

4.5	Systemfunktionen (SFC) und Systemfunktionsbausteine (SFB)	71
4.6	Aufruf von POEs und DBs	71
5	Verarbeitung binärer Informationen	73
5.1	Boolesche Funktionen nach IEC 61131-3	74
5.1.1	Binäre Grundfunktionen	74
5.1.2	Bitschiebefunktionen	76
5.2	Boolesche Funktionsbausteine nach IEC 61131-3	78
5.2.1	Speicherbausteine	78
5.2.2	Flankenerkennung	79
5.2.3	Zähler	80
5.2.4	Zeitglieder	82
5.3	Boolesche Funktionen bei STEP7-S5	86
5.4	Boolesche Funktionsbausteine bei STEP7-S5	88
6	Beispiel „Dosierung“ in FBS nach IEC 61131-3	98
6.1	Aufgabenstellung	99
6.2	Realisierung in FBS nach IEC 61131-3	100
7	Beispiel „Dosieren“ in CFC mit CoDeSys	104
7.1	Projekt	105
7.2	Funktionsbaustein	106
7.3	Programm	109
7.4	Test	111
8	Installation von SIMATIC CFC	117
9	Beispiel „Dosierung“ in CFC mit STEP 7 (IEC)	119
9.1	Projekt	120
9.2	Funktionsbaustein	122
9.3	Programm	124
9.4	Test	125
10	Beispiel „Dosierung“ in FUP mit STEP7-S5	129
10.1	Projekt	130
10.2	Funktionsbaustein	131
10.3	Programm	134
10.4	Test	134
11	Kontrollfragen	137
12	Lösungen zu den Aufgaben im Lehrbrief	140
13	Lösungen der Kontrollfragen	169
14	Hausaufgaben	175
14.1	Allgemeine Aufgaben	178
14.2	IEC-Projekt „Foerderband“	179
14.3	CoDeSys-Projekt „Foerderband“	181
14.4	STEP7-Projekt „Foerderband“ nach IEC	183
14.5	STEP7-Projekt „Foerderband“ nach S5	186
15	INDEX	189

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
0 Informationen zum Lehrbrief 3	3
1 Grafische Programmiersprachen nach IEC	6
1.1 Gemeinsame Elemente	7
1.2 Funktionsbausteinsprache (FBS/FBD)	8
1.3 Kontaktplan (KOP/LD)	14
2 Textsprachen nach IEC	21
2.1 Gemeinsame Elemente	22
2.2 Anweisungsliste (AWL)	22
2.3 Strukturierter Text (ST)	33
3 Beispiel „Dosierung“ mit CoDeSys	40
3.1 Beispiel „Dosierung“ in CFC	41
3.2 Beispiel „Dosierung“ in FUP	43
3.3 Beispiel „Dosierung“ in KOP	47
3.4 Beispiel „Dosierung“ in AWL	50
3.5 Beispiel „Dosierung“ in ST	54
4 Beispiel „Dosierung“ mit STEP7-IEC	57
4.1 Beispiel „Dosierung“ in CFC	59
4.2 Beispiel „Dosierung“ in FUP	63
4.3 Beispiel „Dosierung“ in KOP	67
4.4 Beispiel „Dosierung“ in AWL	69
4.5 Beispiel „Dosierung“ in SCL (ST)	72
5 Beispiel „Dosierung“ mit STEP7-S5	76
5.1 Beispiel „Dosierung“ in FUP nach S5	77
5.2 Beispiel „Dosierung“ in KOP nach S5	80
5.3 Beispiel „Dosierung“ in AWL nach S5	81
6 Kontrollfragen	89
7 Lösungen zu den Aufgaben im Lehrbrief	92
8 Lösungen der Kontrollfragen	130
9 Hausaufgaben	137
9.1 Aufgabenstellung für die Steuerung des Reaktors	140
9.2 Steuerung nach IEC	143
9.3 Steuerung mit CoDeSys	146
9.4 Steuerung mit STEP7_IEC	148
9.5 Steuerung mit STEP7_S5	152
10 INDEX	157

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
0 Informationen zum Lehrbrief 4	3
1 Visualisierung „Dosierung“ mit CoDeSys	6
1.1 Visualisierung in ein Projekt einfügen	8
1.2 Der Visualisierungs-Editor	9
1.3 Modellierung des Prozesses mit einem Skript	18
2 WinCC flexible mit Installation	23
3 Visualisierung mit WinCC flexible	26
3.1 Vorbereitung des Projektes	27
3.2 WinCC flexible einrichten	32
3.3 WinCC flexible mit PLCSIM verbinden	36
3.4 Grafik für die Bedienstation erstellen	40
3.5 Prozessmodell erstellen	50
4 Kontrollfragen	56
5 Lösungen zu den Aufgaben im Lehrbrief	58
6 Lösungen der Kontrollfragen	89
7 Hausaufgaben	93
8 INDEX	106

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
0 Informationen zum Lehrbrief 5	3
1 Standard-Funktionen	6
1.1 Funktionen zur Datentypumwandlung	7
1.2 Arithmetische Funktionen	9
1.3 Numerische Funktionen	11
1.4 Vergleichsfunktionen	12
1.5 Auswahlfunktionen	13
1.6 Funktionen für Zeichenketten	15
1.7 Funktionen für Datum und Zeit	17
2 Beispiel „Nichtlineare Kennlinie“ nach IEC	20
2.1 Aufgabenstellung	21
2.2 Programmorganisationseinheiten	22
2.2.1 Funktion „Lin_Fu“ in FBS, KOP, AWL und ST	22
2.2.2 Funktion „Quad_Fu“ in FBS, KOP, AWL und ST	23
2.2.3 Funktion „E_Fu“ in FBS, KOP, AWL und ST	24
2.2.4 Funktion „Kennlinie“ in FBS, KOP, AWL und ST	26
2.2.5 Programm „NLKENNL“ in FBS, AWL und ST	29
3 Beispiel „Nichtlineare Kennlinie“ für „CoDeSys“	32
3.1 Aufgabenstellung	33
3.2 Projekt „Kennlinie_GrafSpr“ mit grafischen Sprachen	33
3.2.1 Funktion „Lin_Fu“ in KOP	34
3.2.2 Funktion „Quad_Fu“ in FUP	34
3.2.3 Funktion „E_Fu“ in KOP	35
3.2.4 Funktion „Kennlinie“ in CFC	36
3.2.5 Programm „PLC_PRG“ in CFC	37
3.2.6 Test des Projektes	37
3.3 Projekt „Kennlinie_TextSpr“ mit Textsprachen	39
3.3.1 Funktion „Lin_Fu“ in AWL	39
3.3.2 Funktion „Quad_Fu“ in AWL	40
3.3.3 Funktion „E_Fu“ in ST	40
3.3.4 Funktion „Kennlinie“ in ST	41
3.3.5 Programm „PLC_PRG“ in ST	41
3.3.6 Test des Projektes	42
3.4 Visualisierung des Projektes	43
3.4.1 Einrichtung des Projektes für die Visualisierung	43
3.4.2 Erstellen der Bedienoberfläche	44
3.4.3 Test des Projektes	45
4 Beispiel „Nichtlineare Kennlinie“ für „STEP7-IEC“	47
4.1 Aufgabenstellung	48
4.2 Projekt „Knnl_IEC“ mit SCL und CFC	48
4.2.1 Funktion „Lin_Fu“ in SCL	49
4.2.2 Funktion „Quad_Fu“ in SCL	49
4.2.3 Funktion „E_Fu“ in SCL	50
4.2.4 Funktionsbaustein „Kennlinie“ in CFC	50
4.2.5 Programm OB35 in CFC	52

4.2.6	Test des Projektes mit PLCSIM	52
4.3	Visualisierung des Beispiels „Nichtlineare Kennlinie“	54
4.3.1	Einrichtung von WinCC flexible	55
4.3.2	Erstellen der Bedienoberfläche	55
4.3.3	Test des Projektes	58
5	Operationen und Funktionen für STEP7-S5	60
5.1	Wichtige Operationen	61
5.1.1	Boolesche Operationen	61
5.1.2	Arithmetische Operationen	62
5.1.3	Laden und Speichern	64
5.1.4	Sprungbefehle	65
5.2	Wichtige Funktionen	68
5.2.1	Funktionen zur Datentypumwandlung	68
5.2.2	Numerische Funktionen	72
5.2.4	Vergleichsfunktionen	72
6	Beispiel „Nichtlineare Kennlinie“ für „STEP7-S5“	75
6.1	Aufgabenstellung	76
6.2	Projekt „Kennl_S5“ in AWL, KOP und FUP	76
6.2.1	Funktionsbaustein „Lin_Fu“ in AWL	76
6.2.2	Funktionsbaustein „Quad_Fu“ in KOP	77
6.2.3	Funktionsbaustein „E_Fu“ in FUP	78
6.2.4	Funktionsbaustein „Kennlinie“ in AWL	79
6.2.5	Programm OB1 in FUP	81
6.2.6	Test des Projektes	82
7	Kontrollfragen	83
8	Lösungen zu den Aufgaben im Lehrbrief	85
9	Lösungen der Kontrollfragen	117
10	Hausaufgaben	125
11	INDEX	138

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
0 Informationen zum Lehrbrief 6	3
1 Einführung in die Regelungstechnik	7
1.1 Stationäres Verhalten eines nichtlinearen Regelkreises	8
1.1.1 Betrachtung im Kennlinienfeld	8
1.1.2 Der Signalflussplan	22
1.1.3 Die Betriebsarten des Reglers	27
1.2 Dynamisches Verhalten von Reglern	28
1.2.1 Der Abtastvorgang	28
1.2.2 Differenzgleichungen des P-, I- und PI-Reglers	30
1.2.3 Differenzgleichungen des Verzögerungsgliedes PT1	35
1.2.4 Differenzgleichungen des D-, DT1- und PID-Reglers	40
2 Funktionsbausteine nach IEC 61131-3	45
2.1 Integration (INTEGRAL)	46
2.2 Differenzierung (DERIVATIVE)	47
2.3 Filter 1. Ordnung (LAG1)	48
2.4 PID-Regler (PID)	50
3 Funktionsbausteine für CoDeSys	53
3.1 PD-Regler (PD)	54
3.2 PID-Regler (PID)	56
3.3 PID-Regler (PID_FIXCYCLE)	59
4 Funktionsbausteine für STEP 7	60
4.1 Kontinuierlicher PID-Regler (CONT_C)	61
5 Beispiel "PIDT1-Regler" nach IEC	64
5.1 Aufgabenstellung	65
5.1.1 Ein- und Ausgänge des PID-Reglers	65
5.1.2 Justierung des Integrators	67
5.2 Kodierung der Logik	68
5.2.1 Elementare Funktionsbausteine	68
5.2.2 Mein_PIDT1-Regler	71
6 Bibliothek "Meine_IEC_Bib" für CoDeSys	76
6.1 Basis-Funktionsbausteine	77
6.1.1 Differenzierer "Mein_D"	78
6.1.2 Verzögerungsglied 1. Ordnung "Mein_PT1"	78
6.1.3 Integrator "Mein_I"	79
6.2 Anlegen der Bibliothek	80
6.3 Weitere Bibliotheks-Funktionsbausteine	83
6.3.1 Differenzierer mit Verzögerung 1. Ordnung "Mein_DT1"	83
6.3.2 PI-Übertragungsglied "Mein_PI"	84
6.3.3 PIDT1-Übertragungsglied "Mein_PIDT1"	85
6.3.4 Ablage der FBe in der Bibliothek	86
7 Beispiel "pH+PIDT1-Regler" für CoDeSys	88
7.1 Realisierung des PID-Reglers	89
7.1.1 Reglerstruktur	89
7.1.2 Kodierung des Reglers	90
7.1.3 Test des Reglers	92

7.2	Visualisierung	96
7.2.1	Erstellen der Frontplatte	96
7.2.2	Erstellen des Bedienfeldes für die Reglerparameter	100
7.3	Test des Reglers mit der stationären pH-Regelstrecke	104
7.3.1	Realisierung der stationären pH-Regelstrecke	104
7.3.2	Visualisierung des pH-Regelkreises	109
7.3.3	Verhalten des stationären Regelkreises	113
8	Bibliothek „Meine_IEC_Bib“ für STEP 7	115
8.1	Basis-Funktionsbausteine	116
8.1.1	Differenzierer „Mein_D“	117
8.1.2	Verzögerungsglied 1. Ordnung "Mein_PT1"	118
8.1.3	Integrator "Mein_I"	119
8.1.4	Test der Basis-Funktionsbausteine"	120
8.2	Anlegen der Bibliothek	121
8.3	Weitere Bibliotheks-Funktionsbausteine	123
8.3.1	Differenzierer mit Verzögerung 1. Ordnung "Mein_DT1"	124
8.3.2	PI-Übertragungsglied "Mein_PI"	125
8.3.3	PIDT1-Übertragungsglied "Mein_PIDT1"	126
8.3.4	Ablage der FBe in der Bibliothek	127
8.5	Verwenden von Bausteinen aus der eigenen Bibliothek	129
9	Beispiel "pH+PIDT1-Regler" für STEP 7	130
9.1	Realisierung des PID-Reglers	131
9.1.1	Reglerstruktur	131
9.1.2	Kodierung des Reglers	132
9.1.3	Test des Reglers	135
9.2	Visualisierung	140
9.2.1	Vorbereitungen zur Visualisierung	140
9.2.2	Erstellen der Frontplatte	141
9.2.3	Erstellen des Bedienfeldes für die Reglerparameter	145
9.3	Test des Reglers mit der stationären pH-Regelstrecke	148
9.3.1	Realisierung der stationären pH-Regelstrecke	148
9.3.2	Visualisierung des pH-Regelkreises	153
9.3.3	Verhalten des stationären Regelkreises	156
10	Kontrollfragen	159
11	Lösungen zu den Aufgaben im Lehrbrief	163
12	Lösungen der Kontrollfragen	189
13	Hausaufgaben	195
14	INDEX	219

Inhaltsverzeichnis

0	Informationen zum Lehrbrief 7	3
1	Simulation von Regelstrecken und Regelkreisen	6
1.1	Dynamisches Verhalten von Regelstrecken	7
1.1.1	Regelstrecken mit Ausgleich (PTn)	7
1.1.2	Ersatzzeitkonstanten	8
1.1.3	Modellbildung nach Radtke	11
1.1.4	Regelstrecken ohne Ausgleich	16
1.2	Dynamisches Verhalten von Regelkreisen	20
1.2.1	Regelstrecke mit Ausgleich und P-Regler	20
1.2.2	Regelstrecke mit Ausgleich und I-Regler	21
1.2.3	Regelstrecke ohne Ausgleich und P-Regler	21
1.2.4	Regelstrecke ohne Ausgleich und I-Regler	22
1.3	Optimierung von Regelkreisen	24
1.3.1	Regelstrecken mit Ausgleich	26
1.3.2	Regelstrecken ohne Ausgleich	30
1.3.3	Allgemeine Einstellregeln	33
2	Funktionsbausteine nach IEC 61131-3	35
2.1	Dynamisches Verhalten von Regelstrecken	36
2.1.1	Totzeit (DELAY)	36
2.1.2	Allgemeine Differenzgleichung (DIFFEQ)	38
2.2	Signalgenerator	40
2.2.1	Rampenfunktion (RAMP)	40
2.3	Weitere IEC-Funktionsbausteine	42
2.3.1	Mittelwert (AVERAGE)	42
2.3.2	Stoßfreier Übergang (TRANSFER)	44
3	Funktionsbausteine für CoDeSys	46
3.1	Rampe (RAMP_INT und RAMP_REAL)	48
3.2	Zeitliche Ableitung (DERIVATIVE)	49
3.3	Integration (INTEGRAL)	50
3.4	Statistik (STATISTICS_INT und STATISTICS_REAL)	51
3.5	Funktionsgenerator (GEN)	51
4	Funktionsbausteine für STEP 7	55
4.1	PD-T1 (LEAD_LAG)	56
5	Beispiel "Prädiktive Regelung" für CoDeSys	59
5.1	Einschleifige pH-Regelung	60
5.1.1	Ausgangssituation	60
5.1.2	Dynamisierung der pH-Regelstrecke	61
5.1.3	Beobachtung von Signalen mit dem Trenddiagramm	63
5.1.4	Einstellung der Reglerparameter	66
5.1.5	Einfluss der Reglerparameter auf die Regelgüte	67
5.2	Prädiktive Regelung	73
5.2.1	Struktur des Regelkreises	73
5.2.2	Funktionsbaustein "PRAED_PID"	76
5.2.3	Programm PLC_PRG	78
5.2.4	Visualisierung	80

5.2.5 Verhalten der prädiktiven Regelung	82
6 Beispiel "Prädiktive Regelung" für STEP 7	86
6.1 Einschleifige pH-Regelung	87
6.1.1 Ausgangssituation	87
6.1.2 Dynamisierung der pH-Regelstrecke	88
6.1.3 Beobachtung von Signalen mit dem Trenddiagramm	90
6.1.4 Einstellung der Reglerparameter	94
6.1.5 Einfluss der Reglerparameter auf die Regelgüte	95
6.2 Prädiktive Regelung	101
6.2.1 Struktur des Regelkreises	101
6.2.2 Funktionsbaustein "PRAED_PID"	104
6.2.3 Programm als CFC-Plan „praedPID_pH“	107
6.2.4 Visualisierung	109
6.2.5 Verhalten der prädiktiven Regelung	112
7 Kontrollfragen	115
8 Lösungen zu den Aufgaben im Lehrbrief	117
9 Lösungen der Kontrollfragen	150
10 Hausaufgaben	153
11 INDEX	181

Inhaltsverzeichnis

0	Informationen zum Lehrbrief 8	3
1	Regeln mit schaltenden Stellgrößen	6
1.1	Schaltende Regler	7
1.1.1	Zweipunktregler	7
1.1.2	Dreipunktregler	9
1.2	Schaltende Regler mit Regelstrecke	10
1.2.1	PT1-Regelstrecke und Zweipunktregler mit Hysterese	10
1.2.2	PT1-Regelstrecke mit Totzeit und idealem Zweipunktregler	13
1.3	Regler mit schaltendem Ausgang	18
1.3.1	Schaltende Regler mit Rückführung	18
1.3.2	Quasistetiger Regler	20
1.3.3	Dreipunkt-Schrittregler	22
1.3.4	Schaltender Reglerausgang nach IEC	26
2	Funktionsbausteine nach IEC 61131-3	32
2.1	Hysterese (HYSTERESIS)	33
2.2	Grenzwertüberwachung (LIMITS_ALARM)	34
2.3	Analogsignalüberwachung (ANALOG_MONITOR)	35
3	Funktionsbausteine für CoDeSys	38
3.1	Hysterese (HYSTERESIS)	39
3.2	Grenzwertalarm (LIMITALARM)	40
4	Funktionsbausteine für STEP 7	41
4.1	Impulsgenerator (PULSEGEN)	42
4.2	Schrittregler (CONT_S)	43
5	Beispiel „pH-Regelung und Zweipunktregler“ mit CoDeSys	45
5.1	Schaltender Regler „Mein_2Pkt_Regler“	46
5.1.1	Kodierung des FB und Test des Reglers	46
5.1.2	Visualisierung des Reglers „Mein_2Pkt_Regler“	49
5.2	pH-Regelung mit Zweipunkt-Regler	53
6	Beispiel „pH-Regelung und quasistetiger Regler“ mit CoDeSys	61
6.1	Quasistetiger Regler	62
6.2	pH-Regelung mit quasistetigem Regler	68
7	Beispiel „pH-Regelung und Zweipunktregler“ mit STEP 7	76
7.1	Schaltender Regler „Mein_2Pkt_Regler“	77
7.1.1	Kodierung des FB und Test des Reglers	77
7.1.2	Visualisierung des Reglers „Mein_2Pkt_Regler“	80
7.2	pH-Regelung mit Zweipunkt-Regler	86
8	Beispiel „pH-Regelung und quasistetiger Regler“ mit STEP 7	95
8.1	Quasistetiger Regler	96
8.2	pH-Regelung mit quasistetigem Regler	102
9	Kontrollfragen	111
10	Lösungen zu den Aufgaben im Lehrbrief	113
11	Lösungen der Kontrollfragen	152
12	Hausaufgaben	157
13	INDEX	198

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
0 Informationen zum Lehrbrief 9	2
1 Ablaufsteuerungen	5
1.1 Struktur einer Ablaufsteuerung	6
1.2 Schritte und Transitionen	8
1.2.1 Schritte	8
1.2.2 Transitionen	9
1.2.3 Ablaufregeln	12
1.3 Aktionen	16
1.3.1 Darstellung einer Aktion	16
1.3.2 Ansteuerung einer Aktion	18
1.3.3 Logik einer Aktion	21
2 Beispiel "Abfüllstation" nach IEC	24
2.1 Aufgabenstellung	25
2.1.1 Aufbau der Anlage	25
2.1.2 Ablauf der Steuerung	26
2.2 Kodierung der Logik	27
2.2.1 Programm	27
2.2.2 Ablaufsteuerung	28
3 Beispiel "Abfüllstation" für CoDeSys	33
3.1 Aufgabenstellung	34
3.1.1 Aufbau der Anlage	34
3.1.2 Ablauf der Steuerung	35
3.2 Kodierung der Logik	37
3.2.1 Einrichten des Projektes	37
3.2.2 Programmierung der Ablaufsteuerung	38
3.3 Visualisierung der Schrittkette	46
4 Beispiel "Abfüllstation" für STEP 7	56
4.1 Aufgabenstellung	57
4.1.1 Aufbau der Anlage	57
4.1.2 Ablauf der Steuerung	59
4.2 Kodierung der Logik	60
4.2.1 Einrichten des Projektes	60
4.2.2 Programmierung der Ablaufsteuerung	65
4.3 Visualisierung der Schrittkette	73
5 Kontrollfragen	83
6 Lösungen zu den Aufgaben im Lehrbrief	87
7 Lösungen der Kontrollfragen	119
8 Hausaufgaben	125
9 INDEX	159