

Inhaltsverzeichnis

1	Grundsätzliche Betrachtungen zu den unterschiedlichen Signalen.....	15
1.1	Das binäre Signal	15
1.2	Adressierung der binären Signale	18
2	Grundfunktionen der elektrischen Steuerungstechnik.....	21
2.1	Die konventionelle Schützsteuerung.....	21
2.1.1	Ausführung von Schützen	22
2.1.2	Sicherheitstechnische Überwachung der Schaltfunktion eines Schützes	23
2.2	Befehls- und Meldegeräte in der Praxis	24
2.2.1	Handbetätigte Befehlsgeräte	25
2.2.2	Prozessgeführte Befehlsgeräte	27
2.3	Leuchtmelder zur Signalisierung von Betriebszuständen.....	28
2.4	Farbliche Zuordnung der Funktionen von Befehls- und Meldegeräten	28
2.5	Steuerung einer Werkstattpresse – Die Anwendung der UND-Verknüpfung	29
2.6	Steuerung eines Hallenlüfters – Die Anwendung der ODER-Verknüpfung	32
2.7	Binäre Signalzustände umkehren – Die NOT-Funktion	35
2.8	Logische Grundverknüpfungen – Zusammenfassung	36
2.9	Gefahrmeldeanlage – Die Anwendung der NOR-Funktion	36
2.10	Äquivalenzumformung einer NOR-Funktion mithilfe der Booleschen Algebra	38
2.11	Unterschiedliche Signalzustände auswerten – Die EXOR-Funktion	40
3	Ausgänge mit Speicherverhalten.....	41
3.1	Einfache Steuerung eines Lüftermotors mit einer Schützschaltung	42
3.2	Steuerung eines Lüftermotors mit einer SPS-Steuerung	43
3.3	Projektierung der Steuerung eines Lüftermotors mit einer LOGO-Steuerung ...	44
3.4	Funktioneller Unterschied zwischen einer Schützschaltung mit Selbsthaltung und einem Selbsthalterelais	46
3.5	Umbau einer Schützsteuerung in ein LOGO-Projekt – Projektierung der elektrischen Steuerung eines Lüftermotors für eine Werkhalle	46
3.5.1	Technologieschema und Auswahl der Betriebsmittel	47
3.5.2	Zuordnung der Betriebsmittel	48
3.5.3	Anschluss der LOGO-Steuerung	49
3.5.4	Erstellen des Anwenderprogramms mit LOGO-Soft	49
3.5.5	Inbetriebnahme der kompletten Steuerung	50

3.6	Elektrische Steuerung einer Förderbandanlage – Unterschiede in der Projektierung zwischen LOGO-Soft und Siemens TIA-Portal	51
3.6.1	Funktionsbeschreibung und Technologieschema nach Lastenheft	52
3.6.2	Zuordnung der Betriebsmittel für die LOGO-Steuerung	53
3.6.3	Praktischer Anschluss der LOGO-Steuerung	53
3.6.4	Erstellen des Anwenderprogramms „Förderbandanlage“ mit LOGO-Soft	54
3.7	Vergleichende Betrachtung der Förderbandanlage mit TIA-Portal	56
3.8	Sicheres Einschalten von elektrischen Antrieben – Die Flankenbewertung ...	57
3.8.1	Auswertung einer abfallenden Signalfanke	59
3.8.2	Steuerung einer Sortieranlage mittels Flankensteuerung	60
3.9	Betrieb eines Drehstrommotors in zwei Drehrichtungen	61
3.9.1	Hauptstromkreis der Wendeschützschialtung	61
3.9.2	Steuerstromkreis der Wendeschützschialtung	62
3.9.3	„Wendeschützschialtung über Aus“ mit einer LOGO-Steuerung	63
3.9.4	Praktische Ausführung einer Wendeschützkombination	65
3.9.5	Die Halbleiterwendeschützschialtung	65
4	Zeitfunktionen und deren Anwendung in der elektrischen Steuerungstechnik ...	67
4.1	Anzugsverzögerte Zeitfunktion	67
4.2	Impulsformende Zeitfunktion (Impulszeitfunktion)	68
4.3	Abfallverzögernde Zeitfunktion	70
4.4	Steuerung eines elektrischen Antriebs für eine Werkstattpresse – Projektierungsbeispiel mit Zeitfunktionen	71
4.4.1	Anschluss der LOGO-Steuerung für die Werkstattpresse	73
4.4.2	Steuerungsprogramm in LOGO-Soft für die Werkstattpresse	73
4.5	Eine weitere Anwendung der Flankenbewertung – Der Impulsschalter	74
4.5.1	Projektierung einer Absauganlage für eine Lötstation – Projektierungsbeispiel mit Zeitfunktionen und Flankenbewertung	75
4.5.2	Auswahl der Betriebsmittel und deren Anschluss an die LOGO-Steuerung	76
4.5.3	Schrittweise praktische Projektierung der Absauganlage	76
4.6	Vergleichsweise Darstellung des Projekts Absauganlage mit einer CPU Typ-S7-300 aus dem Siemens TIA-Portal	77
4.7	Zum Vergleich – Das konventionelle Zeitrelais der Schützsteuerungstechnik	79
4.8	Anwendungsbeispiel mit Zeitrelais: Projektierung der Steuerung einer Werkzeugmaschine mit Schmiermittelpumpe	80
4.9	Funktion der Steuerung der Werkzeugmaschine	81

5	Projektierung elektrischer Antriebe	83
5.1	Drehstromasynchronmotor mit Stern-Dreieck-Anlassverfahren – Projektierung des Antriebs für eine Abwasserpumpe	83
5.1.1	Überlegungen zum Anlassverfahren	84
5.1.2	Auswahl des Anlassverfahrens	85
5.1.3	Die Funktion der vorhandenen Schützsteuerung	85
5.1.4	Technologieschema der Abwasserpumpensteuerung mit LOGO-Soft	87
5.1.5	Praktische Umsetzung der Projektierung der Abwasserpumpen- steuerung	88
5.1.6	Das Anwenderprogramm zur Abwasserpumpensteuerung	90
5.2	Projektierung der Abwasserpumpe mit TIA-Portal – Der Funktionsbaustein ...	91
5.3	Praktische Projektierung der Abwasserpumpe mit einem Sanftstarter (Softstarter)	96
5.4	Drehstromasynchronmotor mit Dahlanderwicklung – Teigrührwerk	98
5.4.1	Hauptstromkreis eines Drehstromasynchronmotors mit Dahlander- wicklung	99
5.4.2	Steuerstromkreis – Zwangsfolgeschaltung	99
5.4.3	Entwicklung der LOGO-Steuerung für das Teigrührwerk	100
5.5	Drehstromasynchronmotor mit Dahlanderwicklung – Teigrührwerk im taktgesteuerten Automatikbetrieb	102
5.5.1	Projektierung des Teigrührwerks mit einem FB im TIA-Portal	103
5.6	Projektierung eines Drehstrommotors für ein Kranhubwerk	106
5.6.1	Hauptstromkreis des Drehstromasynchronmotor mit Schleifringläufer	107
5.6.2	Motorschutzeinrichtung des Kranhubwerks – Motorschutzschalter ...	108
5.6.3	Steuerstromkreis des Kranhubwerks mit Schützen	109
5.6.4	LOGO-Steuerung des Kranhubwerks	111
5.7	Stillsetzen von Antrieben nach EN 60204-1 (VDE 0113-1)	112
5.8	Betriebsarten von Motoren	115
6	Bausteinarten in der SPS-Projektierung	117
6.1	Übersicht und Kurzdarstellung	117
6.2	Unterschiede in der Anwendung von FC und FB	117
6.3	Organisationsbausteine und deren Anwendung	118
6.4	Praktische Anwendung eines Anlauforganisationsbausteins	119
6.5	Datenbausteine und deren Anwendung	121
6.5.1	Anlegen eines Global-Datenbausteins mit symbolischen Operanden	121
6.5.2	Multiinstanzdatenbausteine bei Funktionsbausteinaufrufen	123
6.5.3	Datenspeicherung in Merkern oder in globalen Datenbausteinen?	126

7	Baugruppen einer SPS und zyklische Programmbearbeitung	127
7.1	Zusammenwirken der Baugruppen einer SPS	127
7.2	Zyklische Programmbearbeitung und Zykluszeit	128
7.3	Standard-Zyklus einer SPS	130
7.4	Unterbrechungsgesteuerte Programmbearbeitung	131
7.4.1	Zeitgesteuerte Programmbearbeitung	132
7.4.2	Alarmgesteuerte Programmbearbeitung	133
7.5	Praktische Inbetriebnahme einer SPS	134
8	Wortverarbeitung mit SPS	139
8.1	Bedeutung der Akkumulatoren in der Wortverarbeitung	140
8.2	Wertigkeiten eines Wortes am Beispiel des IW 0 (Eingangswort 0)	141
8.3	Datentypen in der SPS-Projektierung	142
8.4	Wandlungsfunktionen	143
8.5	Anwendung grundlegender Anweisungen der Wortverarbeitung mit SPS	144
8.5.1	Der MOVE-Befehl	144
8.5.2	Projektierung einer Sieben-Segment-Anzeige mit dem MOVE-Befehl	144
8.5.3	Der COMPARE-Befehl/Vergleicher	146
8.5.4	Projektierung eines Pufferspeichers mit Zähler und Vergleicher	147
8.5.5	Der SIMATIC-Softwarezähler aus dem Siemens TIA-Portal	148
8.5.6	Rechenfunktionen in der SPS-Projektierung	150
8.5.7	Projektierung einer Trafoüberwachung mit Vergleicher und Addierer	151
8.5.8	Programmierung der Trafoüberwachung mit FUP (Funktionsplan)	152
8.5.9	Programmierung der Trafoüberwachung mit SCL	154
8.6	Digitale Wortverknüpfungen	155
8.6.1	Digitale Auswertung von ansteigenden Signalflanken in FUP	156
8.6.2	Digitale Auswertung von ansteigenden Signalflanken in AWL	158
8.7	Sprungfunktionen in der SPS-Programmierung	159
8.8	Entwicklung einer komplexen Steuerung: Der Spindelantrieb	160
8.8.1	Der Programmbaustein FC1: digitaler Teil der Steuerung	162
8.8.2	Der Programmbaustein FC2: Binärer Teil der Steuerung	168
8.9	Schieberegister in der SPS-Programmierung	170
8.9.1	Steuerung einer Kompensationsanlage mit Schieberegister	171
9	Analogwertverarbeitung	173
9.1	Analoge Sensoren	173
9.1.1	Anschluss eines analogen Sensors an die SPS	174
9.1.2	Wandlung des digitalen Signals in eine Integerzahl	175

9.2	Projektierungsbeispiel Höhenmessung von Werkstücken	176
9.2.1	Skalieren eines Analogwerts am Beispiel der Höhenmessung	177
9.3	Unterschiede bei der Verarbeitung von Analogwerten in unterschiedlichen CPU-Typen	179
9.4	Projektierungsbeispiel Temperaturüberwachung mit Siemens LOGO	180
9.5	Skalierung der Werte eines Widerstandsthermometers PT 100	181
9.6	Grundbegriffe der Regelungstechnik	182
9.7	Projektierungsbeispiel Füllstandregelung mit Zweipunktregler	183
9.7.1	Hardwarekonfiguration der Füllstandregelung mit Zweipunktregler ...	184
9.7.2	Programmwurf des Zweipunktreglers	185
9.7.3	Projektierungsbeispiel Füllstandregelung mit Mehrpunktregler	188
9.7.4	Programmwurf des Mehrpunktreglers	188
9.8	Arbeiten mit analogen Ausgängen der SPS	193
9.9	Projektierungsbeispiel Füllstandregelung mit PID-Kompakt-Regler	194
9.9.1	Visualisierung des Reglerverhaltens	196
10	Ablaufsteuerungen	197
10.1	Grundsätzliche Betrachtungen	197
10.2	Projektierung einer Bohrvorrichtung als Ablaufsteuerung	199
10.2.1	Entwicklung des Funktionsplans der Ablaufsteuerung	200
10.2.2	Funktionsplan/Ablaufplan der Ablaufsteuerung nach IEC 61131-3	201
10.2.3	Belegung und Verwendung von Speicherstellen	202
10.2.4	Umsetzung des Ablaufplans in ein SPS-Programm	202
10.3	Projektierung einer Fußgängerampel als zeitgeführte Ablaufsteuerung	208
10.3.1	Funktionsplan/Ablaufplan der Ablaufsteuerung nach IEC 61131-3	209
10.3.2	Aufbau und Struktur des Anwenderprogramms	209
10.3.3	Programm der definierten Startposition	210
10.3.4	Symbolische Operanden der Schritte im Global-DB	211
10.3.5	Das Anwenderprogramm zur Steuerung der Fußgängerampel	211
10.4	Projektierung einer Bohrvorrichtung als Ablaufsteuerung in S7-Graph	219
10.4.1	Grundsätzliches zum Kontext von S7-Graph und GRAFCET	219
10.4.2	Ablauf der praktischen Projektierung mit S7-Graph	220
11	Sicherheit in elektrischen Steuerungsanlagen für die Praxis	225
11.1	Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (ab dem Jahr 2027 Maschinenverordnung)	225
11.2	Risikobeurteilung nach EN ISO 12100	226
11.3	Sicherheitstechnische Betrachtungen nach der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)	227

11.4	Verhinderung des selbsttätigen Anlaufs einer Maschine durch PELV	227
11.5	Schaltgeräte zum Stillsetzen von Maschinen	229
11.6	Sichere Wartung und Reparatur einer Maschine	230
11.7	Das Sicherheitsschaltgerät in elektrischen Steuerungen	230
11.8	Die Sicherheitsfunktion in elektrischen Steuerungen	231
11.9	Schutztürüberwachung mit Sicherheitsschaltgerät	232
11.10	Konkrete Planung eines Sicherheitsrelais am Beispiel der Förderbandanlage	233
11.11	Berührungslose Positionsschalter	235
11.12	Schutztürüberwachung mit RFID-Sicherheitsschalter	236
11.13	Motorstarter mit Safety-Funktion	237
11.14	Sicherung von Gefahrenbereichen mit Lichtvorhängen	237
11.15	Die fehlersichere CPU	238
11.16	Sichere Stromversorgung mit Selektivitätsmodul	240
11.17	Sicherheitsintegrität nach EN IEC 62061 (VDE 0113-50)	241
	11.17.1 Vorgehensweise bei der Ermittlung des SIL-Levels	242
	11.17.2 Beispiel einer sicheren Maschine nach EN IEC 62061	244
Anhang		247
Anhang 1	IP-Schutzarten zur Klassifizierung des Schutzes vor Festkörpern und Flüssigkeiten	247
	Anhang 1.1 Beispiele aus der Praxis	247
Anhang 2	Betriebsarten von elektrischen Maschinen	248
Anhang 3	Leistungsschilder von Elektromotoren (Beispiele)	248
	Anhang 3.1 Leistungsschild eines Drehstromasynchronmotors	248
	Anhang 3.2 Leistungsschild eines Servogetriebemotors	249
	Anhang 3.3 Auszug wichtiger Vorschriften für die elektrische Steuerungs- und Automatisierungstechnik	251
Quellenverzeichnis		252
	Verwendete Softwareprodukte	252
	Literatur	252
	Websites/Links	252
	Normen, Vorschriften, Gesetze	253
Stichwortverzeichnis		254