

Inhalt

Inhalt	V
Vorwort	XI
Hinweise zum Inhalt dieses Buchs	XIII
1 Programmierbare Logikschaltungen (PLD)	1
1.1 Gründe für die Benutzung von programmierbaren Logikschaltungen	1
1.2 Integrierte Schaltungen mit geringerem Integrationsgrad	2
1.3 Einteilung der programmierbaren Logikschaltungen	3
1.4 Bauelement GAL22V10	3
1.4.1 Eigenschaften des GAL22V10	4
1.4.2 Aufbau des GAL22V10	5
1.5 Schaltungsentwurf, Simulation und Hardwaretest mit GAL22V10	6
1.6 Zusammenfassung	7
2 Beispiel: Kombinatorische Logikschaltung (Schaltnetz) und_oder	8
2.1 Aufgabenstellung: Schaltnetz und_oder	8
2.2 Schaltnetz und_oder realisiert mit Schaltern	9
2.3 Tabelle als Beschreibung des Schaltnetzes und_oder	10
2.4 Wahrheitstabelle für die Formulierung von Aussagen	10
2.5 Realisierung des Schaltnetzes und_oder mit logischen Verknüpfungen	12
2.6 Schaltungsfunktionen mit Aussagen über Spannungen	14
2.7 Zuordnung von Spannungswerten zu logischen Werten in positiver Logik	15
2.8 Ausführliche Erklärung der TTL-Pegel	16
2.9 Entwurf des Schaltnetzes und_oder mit LOGIC2	17
2.10 Nachweis der Sollfunktion der Schaltung und_oder (Verifikation)	19
2.11 Schaltungsumsetzung auf die Zielhardware, Hardwaretest	21

2.12	Zusammenfassung	22
3	Logische Grundsaltungen: UND, ODER, NICHT und XOR	24
3.1	Schaltzeichen und Funktionen	25
3.2	UND-Gatter (<i>AND gate</i>)	26
3.3	ODER-Gatter (<i>OR gate</i>)	27
3.4	Inverter oder Negationsglied (<i>NOT</i>)	28
3.5	Schaltbild der Schaltung <i>u_o_n1</i> im GAL22V10	29
3.6	XOR-Gatter (Antivalenz-Gatter)	30
3.7	Zusammenfassung	32
3.8	Übungsaufgaben	32
3.8.1	XOR mit drei Eingängen	32
3.8.2	Boolesche Gleichung der Schaltung <i>sn1</i>	33
4	Von der Schaltung zur Booleschen Gleichung: Boolesche Algebra	34
4.1	Funktion des Schaltnetzes <i>und_oder</i> in Boolescher Algebra	34
4.2	Boolesche Gleichung zur Schaltungssynthese der Schaltung <i>und_oder</i>	35
4.3	Von der Schaltung zur Booleschen Gleichung: <i>n_u_o.dcb</i>	36
4.4	Zusammenfassung	39
4.5	Übungsaufgaben	39
4.5.1	Boolesche Gleichung der Schaltung <i>n_u_o</i>	39
4.5.2	Vereinfachung von Schaltnetzen: Schaltung <i>gat_opt</i>	39
5	Praxisbeispiel: Schaltnetz <i>decod26</i> (Decoder)	40
5.1	Einführung in die Themen: Coder, Decoder	40
5.2	Aufgabenstellung: Schaltnetz <i>decod26</i>	42
5.3	Logikbeschreibung und Synthese der Schaltung <i>decod26</i> mit Wertetabelle	43
5.4	Nachweis der Istfunktion der Schaltung <i>decod26</i>	44
5.5	Anschluss an Siebensegmentanzeige und Hinführung zum Dualsystem	45
5.6	Zusammenfassung	46
5.7	Übungsaufgaben: Schaltnetz	47
5.7.1	Schaltungsentwurf: Coder <i>code_7.dcf</i>	47
5.7.2	Schaltungsentwurf: Decoder <i>deco_7</i>	47
6	Zahlensysteme	48
6.1	Aufbau von Zahlensystemen	48

6.2	Dualdarstellung für natürliche Zahlen	50
6.2.1	Rechnen mit Dualzahlen als natürlichen Zahlen	53
6.2.2	Zahlenbereichsüberschreitung für natürliche Zahlen fester Wortbreite	54
6.3	Zweierkomplement zur Darstellung von negativen ganzen Zahlen	55
6.3.1	Zuordnung ganzer Zahlen zu Dualzahlen in Zweierkomplementdarstellung.....	56
6.3.2	Umwandlung einer negativen ganzen Zahl in eine Dualzahl im Zweierkomplement	58
6.3.3	Erweiterung der Stellenzahl einer negativen Dualzahl.....	59
6.3.4	Zahlenbereichsüberschreitungen bei Verwendung von Zweierkomplementzahlen fester Wortbreite.....	60
6.3.5	Vergleich der Dualzahlen im Zweierkomplement mit Dezimalzahlen im Zehnerkomplement.....	62
6.4	Vergleich der Addition im Dualsystem von Zahlen mit und ohne Vorzeichen.....	63
6.5	Hexadezimaldarstellung als Kurzschreibweise für Dualzahlen.....	64
6.6	Hexadezimalzahlen zur übersichtlichen Darstellung von Simulationsergebnissen..	67
6.7	Zusammenfassung.....	67
6.8	Übungsaufgaben.....	68
6.8.1	Zahlenumwandlung: natürliche Dualzahlen.....	68
6.8.2	Zahlenumwandlung: Dualzahlen im Zweierkomplement.....	68
6.8.3	Zahlenumwandlung: Hexadezimalzahlen.....	68
6.8.4	Addition von Dualzahlen.....	69
7	Praxisbeispiel: Schaltnetz eines Addierers (<i>add_4bit</i>)	70
7.1	Aufgabenstellung: Schaltnetz <i>add_4bit</i>	70
7.2	Modul: Volladdierer mit Wortbreite 1 bit <i>add_1bit</i>	70
7.3	Entwurf des 4 bit Addierers <i>add_4bit</i>	73
7.4	Prüfprogrammerstellung.....	75
7.4.1	Auswirkungen der Schaltungsstruktur auf das Prüfprogramm.....	75
7.4.2	Überlegungen zum Prüfmuster.....	75
7.4.3	Hardwaretest.....	78
7.5	Zusammenfassung.....	78
8	Vom Schaltnetz zum Schaltwerk	79
8.1	<i>leds</i> : Beispiel für ein Schaltwerk.....	79
8.2	RS-Latch mit NOR-Gattern als Speicherelement.....	80
8.3	Diskussion des Zeitdiagramms des NOR-Latches.....	82
8.4	Zustandsfolgetabelle zur Beschreibung des RS-Latches.....	87
8.5	Taktflankengesteuertes D-Flipflop (D-flip-flop).....	89
8.6	D-FF: Zustandsdiagramm.....	90

8.7	Anschlüsse des in LOGIC2 verwendeten D-Flipflops	92
9	Medwedew-Automat: Schaltwerksbeispiel <i>leds</i>	94
9.1	Medwedew-Automat	94
9.2	<i>leds</i> : Schaltungsentwurf mit Zustandsdiagramm	95
9.3	Hardwareentwurf und Erklärungen der Funktion von <i>leds</i>	95
9.4	Nachweis der Sollfunktion von <i>leds</i>	99
9.5	Zusammenfassung	99
9.6	Übungsaufgabe: Schaltwerk <i>led0231</i>	100
10	Medwedew-Automat: Schaltwerksbeispiel <i>leucht</i>	101
10.1	<i>leucht</i> : Erweiterung der Schaltung <i>leds</i>	101
10.2	Hardwareentwurf	102
10.3	Nachweis der Sollfunktion von <i>leucht</i>	103
10.4	Zusammenfassung	105
10.5	Übungsaufgabe: Schaltwerk <i>schrift</i>	105
11	Medwedew-Automat: Schaltwerksbeispiel <i>leuchtr</i>	106
11.1	<i>leuchtr</i> als Medwedew-Automat	106
11.2	Hardwareschaltung <i>leuchtr</i>	107
11.3	Nachweis der Sollfunktion von <i>leuchtr</i>	108
11.4	Zusammenfassung	110
11.5	Übungsaufgabe: Schaltwerk <i>schrift</i>	110
12	Moore-Automat: Schaltwerk <i>leuchtr</i>	111
12.1	Moore-Automat	111
12.2	<i>leuchtr</i> als Moore-Automat	112
12.3	Hardwareentwurf	113
12.4	Nachweis der Sollfunktion von <i>leuchtr</i> als Moore-Automaten	114
12.5	Zusammenfassung	115
12.6	Übungsaufgabe: Schaltwerk <i>schr_mo</i>	116
13	Mealy-Automat: Schaltwerk <i>leuchtr</i>	117
13.1	Mealy-Automat	117
13.2	<i>leuchtr</i> als Mealy-Automat	118

13.3	Hardwareentwurf.....	119
13.4	Nachweis der Sollfunktion des Mealy-Automaten.....	120
13.5	Zusammenfassung.....	121
13.6	Übungsaufgabe: Schaltwerk <i>schr_mea</i>	121
14	Vergleich zwischen Mealy-, Moore- und Medwedew-Automaten	122
15	Förderbandsteuerung <i>foerder</i>	124
15.1	Aufgabenstellung: Förderbandsteuerung.....	124
15.2	Blockschaltbild der Förderbandsteuerung.....	125
15.3	Nachweis der Sollfunktion	130
15.4	Zusammenfassung.....	133
16	Drehrichtungsanzeige <i>dreh</i>	134
16.1	Aufgabenstellung: Drehrichtungsanzeige.....	134
16.2	Signalverlauf der Werteänderungen beim Drehen	136
16.3	Zustandsdiagramm <i>dreh</i>	137
16.3.1	Grundzustand	138
16.3.2	Rechtsdrehung.....	139
16.3.3	Linksdrehung.....	140
16.3.4	Zusammenfügen der beiden Teildiagramme für Rechts- und Linksdrehung	141
16.3.5	Restliche Anfangszustände.....	142
16.3.6	Drehrichtungsänderung	142
16.3.7	Vollständiges Zustandsdiagramm <i>dreh</i>	143
16.3.8	Logikschaltung von <i>dreh</i>	146
16.3.9	Nachweis der Sollfunktion der Schaltung	146
17	Entwicklung umfangreicher Schaltungen	152
18	Hinweise zum Arbeiten mit LOGIC2	155
18.1	Nutzung von LOGIC2 als ergänzendes Arbeitsmittel	155
18.2	Arbeiten mit LOGIC2	156
19	Hinweise zur Experimentierschaltung GALEX	157
20	Lösungsvorschläge zu den Übungsaufgaben	158
20.1	Lösungen Kapitel 3: Logiktablelle und Boolesche Gleichungen	158
20.1.1	Logiktablelle XOR mit drei Eingängen.....	158
20.1.2	Boolesche Gleichung der Schaltung <i>sn1</i>	158
20.2	Lösungen Kapitel 4: Boolesche Gleichungen	159

20.2.1	Boolesche Gleichung der Schaltung <i>n_u_o</i>	159
20.2.2	Vereinfachung von Schaltnetzen	159
20.3	Lösungen Kapitel 5: Schaltnetze	159
20.3.1	Coder <i>code_7</i>	159
20.3.2	Decoder <i>deco_7</i>	159
20.4	Lösungen Kapitel 6: Dualzahlen	160
20.4.1	Zahlenumwandlung: natürliche Dualzahlen	160
20.4.2	Zahlenumwandlung: Dualzahlen im Zweierkomplement	160
20.4.3	Zahlenumwandlung: Hexadezimalzahlen	161
20.5	Lösung Kapitel 9: Schaltwerk <i>led0231</i>	161
20.6	Lösung Kapitel 10: Schaltwerk <i>schrift</i>	161
20.7	Lösung Kapitel 11: Schaltwerk <i>schrift</i>	162
20.8	Lösung Kapitel 12: Schaltwerk <i>schr_mo</i>	164
20.9	Lösung Kapitel 13: Schaltwerk <i>schr_mea</i>	165
21	Verzeichnisse	167
21.1	Literaturverzeichnis	167
21.2	Stichwortverzeichnis	167