

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen der Elektrotechnik	1
1.1 Historischer Überblick	1
1.2 Elektrische Ladungen und elektrisches Feld	3
1.2.1 Elektrische Ladungen	3
1.2.2 Das Coulombsche Gesetz	5
1.2.3 Das elektrische Feld	6
1.2.4 Das elektrostatische Potential und die Spannung	7
1.2.5 Elektrische Ladungen auf Leitern	9
1.2.6 Elektrische Flußdichte	10
1.2.7 Der Kondensator	12
1.3 Gleichstromkreis	13
1.3.1 Stromstärke	13
1.3.2 Das Ohmsche Gesetz	14
1.3.3 Arbeit und Leistung des elektrischen Stromes	17
1.3.4 Kirchhoffsche Sätze	18
1.3.5 Quellenspannung und Klemmenspannung	27
1.4 Elektromagnetisches Feld	28
1.4.1 Magnetisches Feld elektrischer Ströme	29
1.4.2 Das Durchflutungsgesetz	31
1.4.3 Kraftwirkung magnetischer Felder auf stromdurchflossene Leiter	31
1.4.4 Lorentzkraft und Halleffekt	34
1.4.5 Materie im Magnetfeld	37
1.4.6 Elektromagnetische Induktion	43
1.5 Wechselstromkreis	47
1.5.1 Wechselspannung und Wechselstrom	48
1.5.2 Kennwerte von Wechselgrößen	49
1.6 Schaltvorgänge	51
1.6.1 Schaltverhalten an einem Widerstand	52

1.6.2	Schaltverhalten an einer Kapazität	52
1.6.3	Schaltverhalten an einer Induktivität	55
1.7	Datenübertragung	57
1.7.1	Physikalische Darstellung	57
1.7.2	Übertragungsmedien	58
2	Halbleiterbauelemente	72
2.1	Halbleiterphysik	73
2.1.1	Aufbau der Materie	73
2.1.2	Energiebändermodell	74
2.1.3	Kristallstruktur von Germanium und Silizium	76
2.1.4	Eigenleitfähigkeit	77
2.1.5	Störstellenleitfähigkeit (Dotierte Halbleiter)	78
2.1.6	<i>pn</i> -Übergang	81
2.2	Halbleiterdioden	83
2.2.1	<i>pn</i> -Übergang mit äußerer Spannung	83
2.2.2	Kennlinie des <i>pn</i> -Übergangs	85
2.2.3	Halbleiterdioden mit besonderen Eigenschaften	86
2.3	Bipolar-Transistoren	94
2.3.1	Der Transistoreffekt	94
2.3.2	Spannungen und Ströme im Betriebszustand	95
2.3.3	Kennlinienfelder und Arbeitspunkt	96
2.4	Unipolare Transistoren	98
2.4.1	Sperrschicht-Feldeffekttransistor (FET)	99
2.4.2	Isolierschicht-Feldeffekt-Transistor (MOS-FET)	101
2.5	Gallium-Arsenid-Halbleiterbauelemente	104
3	Elektronische Verknüpfungsglieder	110
3.1	Elektronische Schalter	110
3.1.1	Der ideale Schalter	111
3.1.2	Modell eines realen Schalters	112
3.1.3	Bipolartransistor als Schalter	112
3.1.4	Unipolartransistor als Schalter	114
3.1.5	Kenngrößen	114
3.2	Verknüpfungsglieder mit bipolaren Transistoren	120
3.2.1	TTL-Schaltkreise	120
3.2.2	ECL-Schaltkreise	129
3.2.3	I ² L-Schaltkreise	130
3.3	Verknüpfungsglieder mit unipolaren Transistoren	131
3.3.1	PMOS Schaltkreise	131
3.3.2	NMOS Schaltkreise	132
3.3.3	CMOS Schaltkreise	133

4	Schaltnetze	137
4.1	Schaltalgebra	138
4.1.1	Definition der Booleschen Algebra	139
4.1.2	Schaltalgebra – ein Modell der Booleschen Algebra	140
4.1.3	Schaltfunktionen	140
4.1.4	Vektorfunktion	152
4.2	Darstellung und Analyse	153
4.3	Synthese	156
4.4	Beispiele	157
4.4.1	Codierer	157
4.4.2	Addierglieder	163
4.4.3	Multiplexer	171
4.4.4	Komparatoren	174
4.5	Realisierungsformen	176
4.5.1	ROM	179
4.5.2	PROM, EPROM	181
4.5.3	PAL	183
4.5.4	PLA	184
4.5.5	Realisierung mit Multiplexern	184
4.6	Laufzeiteffekte in Schaltnetzen	186
5	Speicherglieder	189
5.1	Funktionsprinzip einer bistabilen Kippschaltung	189
5.2	Funktionsprinzip von RAM-Speicherzellen	191
5.3	Basis-Flipflop	194
5.3.1	Basis-Flipflop aus NOR-Schaltgliedern	194
5.3.2	Basis-Flipflop aus NAND Schaltgliedern	195
5.4	RS-Kippglied	197
5.5	RS-Kippglied mit Zustandssteuerung	199
5.6	D-Kippglied mit Zustandssteuerung	202
5.7	RS-Kippglied mit Zwei-Zustandssteuerung	203
5.8	JK-Master-Slave-Kippglied	208
5.9	Master-Slave T-Kippglied	209
5.10	Kippglieder mit Taktflankensteuerung	210
5.10.1	Taktflankensteuerung durch RC-Differenzierglieder	211
5.10.2	Taktflankensteuerung realisiert durch Verknüpfungsschaltungen	212
5.11	Zusammenfassung	214

6 Schaltwerke	217
6.1 Automaten	218
6.2 Funktionelle Beschreibung von Schaltwerken	221
6.3 Analyse von Schaltwerken	223
6.3.1 Beispiel 1	223
6.3.2 Beispiel 2	225
6.4 Synthese von Schaltwerken	226
6.4.1 Beispiel 1: Umschaltbarer Zähler	227
6.4.2 Beispiel 2: Schieberegister als Schaltwerk	228
6.5 Realisierung von Schaltwerken	233
6.5.1 Schaltwerke mit diskreten Baugliedern	234
6.5.2 Schaltwerke mit programmierbaren Logikbausteinen . .	234
7 Integrierte Schaltungen	238
7.1 Schaltungsentwurf	239
7.1.1 Entwurfsebenen	240
7.1.2 Darstellung	242
7.1.3 Werkzeuge und Entwurfsschritte	243
7.1.4 ASICs	246
7.2 Herstellung	257
7.2.1 Herstellung der Siliziumscheibe (Wafer)	257
7.2.2 Herstellung der Masken	259
7.2.3 Scheibenprozesse	259
7.2.4 Test	268
7.2.5 Montage	270
Abkürzungen	272
Schaltzeichen für binäre Verknüpfungsglieder	274
Literaturverzeichnis	275
Sachverzeichnis	278