

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	6
1.2.3 Das elektrische Feld und der elektrische Fluss	7
1.2.4 Elektrische Spannung und Potential	11
1.2.5 Der Kondensator	14
1.3 Gleichstromkreis	17
1.3.1 Stromstärke	17
1.3.2 Das Ohmsche Gesetz	18
1.3.3 Arbeit und Leistung des elektrischen Stromes	21
1.3.4 Kirchhoffsche Sätze	22
1.3.5 Quellenspannung und Klemmenspannung	32
1.4 Elektromagnetisches Feld	34
1.4.1 Magnetisches Feld elektrischer Ströme	34
1.4.2 Das Durchflutungsgesetz	36
1.4.3 Kraftwirkung magnetischer Felder auf stromdurchflossene Leiter	38
1.4.4 Lorentzkraft und Halleffekt	41
1.4.5 Elektromagnetische Induktion	44
1.4.6 Materie im Magnetfeld	50
1.4.7 Datenspeicher auf magnetischer Basis	52
1.5 Wechselstromkreis	58
1.5.1 Wechselspannung und Wechselstrom	58

1.5.2	Kennwerte von Wechselgrößen	59
1.6	Schaltvorgänge	62
1.6.1	Schaltverhalten an einem Widerstand	62
1.6.2	Schaltverhalten an einer Kapazität	63
1.6.3	Schaltverhalten an einer Induktivität	66
1.7	Datenübertragung	68
1.7.1	Physikalische Darstellung	69
1.7.2	Übertragungsmedien	70
2.	Halbleiterbauelemente	85
2.1	Halbleiterphysik	86
2.1.1	Aufbau der Materie	86
2.1.2	Energiebändermodell	88
2.1.3	Kristallstruktur von Germanium und Silizium	89
2.1.4	Eigenleitfähigkeit	90
2.1.5	Störstellenleitfähigkeit (Dotierte Halbleiter)	91
2.1.6	pn -Übergang	93
2.2	Halbleiterdioden	95
2.2.1	pn -Übergang mit äußerer Spannung	95
2.2.2	Kennlinie des pn -Übergangs	96
2.2.3	Halbleiterdioden mit besonderen Eigenschaften	98
2.3	Optoelektronische Halbleiterbauelemente	100
2.3.1	Kenngrößen der optischen Strahlung	101
2.3.2	Strahlungsempfänger	103
2.3.3	Strahlungssender	106
2.4	Bipolartransistoren	111
2.4.1	Aufbau und Funktionsprinzip	111
2.4.2	Kennlinienfelder	115
2.4.3	Verstärkerschaltung und Arbeitspunkt	117
2.5	Feldeffekttransistoren	119
2.5.1	Sperrschicht-Feldeffekttransistor (FET)	119
2.5.2	Isolierschicht-Feldeffekttransistoren (MOSFET)	119

3. Elektronische Verknüpfungsglieder	125
3.1 Elektronische Schalter	125
3.1.1 Der ideale Schalter	126
3.1.2 Modell eines realen Schalters	126
3.1.3 Bipolartransistor als Schalter	127
3.1.4 Unipolartransistor als Schalter	129
3.1.5 Kenngrößen	130
3.2 Verknüpfungsglieder mit bipolaren Transistoren	135
3.2.1 TTL-Schaltkreise	136
3.2.2 ECL-Schaltkreise	145
3.3 Verknüpfungsglieder mit unipolaren Transistoren	146
3.3.1 PMOS Schaltkreise	147
3.3.2 NMOS Schaltkreise	148
3.3.3 CMOS-Schaltkreise	149
4. Schaltnetze	153
4.1 Schaltalgebra	154
4.1.1 Definition der Booleschen Algebra	155
4.1.2 Schaltalgebra – ein Modell der Booleschen Algebra	156
4.2 Schaltfunktionen	157
4.2.1 Definitionen	157
4.2.2 Darstellung	161
4.2.3 Minimierung von Schaltfunktionen	169
4.3 Analyse von Schaltnetzen	177
4.4 Synthese von Schaltnetzen	180
4.5 Code-Umsetzer	181
4.5.1 Schaltnetzentwurf für die 8421-BCD zu 7-Segment Umsetzung	181
4.5.2 Schaltnetzentwurf für die 8421-Dual-Code zu Gray- Code Umsetzung	185
4.5.3 Schaltnetzentwurf für einen Adressdecodierer	186
4.6 Addierglieder	187
4.6.1 Halbaddierer	187
4.6.2 Volladdierer	188

4.6.3	Paralleladdierer	190
4.7	Komparatoren	196
4.8	Multiplexer	198
4.9	Arithmetik-Logik Einheit (ALU)	204
4.9.1	Zahlendarstellung und Zweierkomplement	204
4.9.2	Addierer/Subtrahierer	206
4.10	Schaltnetze mit programmierbaren Bausteinen	211
4.10.1	ROM	213
4.10.2	PROM, EPROM	214
4.10.3	PAL	218
4.10.4	PLA	218
4.11	Laufzeiteffekte in Schaltnetzen	219
5.	Speicherglieder	225
5.1	Funktionsprinzip einer bistabilen Kippschaltung	225
5.2	Funktionsprinzip von RAM-Speicherzellen	227
5.3	RS-Kippglied	230
5.3.1	Kippglied aus NOR-Schaltgliedern	231
5.3.2	Kippglied aus NAND-Schaltgliedern	232
5.4	RS-Kippglied mit Zustandssteuerung	236
5.5	D-Kippglied mit Zustandssteuerung	238
5.6	RS-Kippglied mit Zwei-Zustandssteuerung	240
5.7	JK-Master-Slave-Kippglied	244
5.8	Master-Slave T-Kippglied	246
5.9	Kippglieder mit Taktflankensteuerung	247
5.9.1	Taktflankensteuerung durch RC-Differenzierglieder ...	248
5.9.2	Taktflankensteuerung realisiert durch Verknüpfungsschaltungen	248
5.10	Zusammenfassung	252

6. Schaltwerke	255
6.1 Automaten	256
6.2 Funktionelle Beschreibung von Schaltwerken	259
6.3 Analyse von Schaltwerken	261
6.3.1 Beispiel 1	261
6.3.2 Beispiel 2	263
6.4 Synthese von Schaltwerken	265
6.4.1 Beispiel 1: Umschaltbarer Zähler	266
6.4.2 Beispiel 2: Schieberegister als Schaltwerk	268
6.5 Realisierung von Schaltwerken	272
6.5.1 Schaltwerke mit diskreten Baugliedern	273
6.5.2 Schaltwerke mit programmierbaren Logikbausteinen	274
6.6 Vom Addierer zum Prozessor	277
6.6.1 4-Bit Paralleladdierer	278
6.6.2 Zusammenwirken von Rechenwerk und Steuerwerk = Prozessor	281
7. Integrierte Schaltungen	289
7.1 Schaltungsentwurf	290
7.1.1 Entwurfsebenen	291
7.1.2 Darstellung	293
7.1.3 Werkzeuge und Entwurfsschritte	294
7.1.4 ASICs	297
7.2 Herstellung	307
7.2.1 Herstellung der Siliziumscheibe (Wafer)	310
7.2.2 Herstellung der Masken	310
7.2.3 Scheibenprozesse	311
7.2.4 Test	320
7.2.5 Montage	322
Abkürzungen	325
Schaltzeichen für binäre Verknüpfungsglieder	327
Literaturverzeichnis	328
Sachverzeichnis	333