

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort zum Gesamtwerk</b> .....	XI
<b>1 Einführung</b> .....	1
<b>2 Bauelemente</b> .....	5
2.1 Passive Bauelemente .....	5
2.1.1 Verschaltung .....	6
2.1.2 Ohmscher Widerstand .....	7
2.1.3 Kondensator .....	10
2.1.4 Spule .....	13
2.1.5 Bauformen .....	17
2.1.6 Induktivitäten .....	21
2.1.7 Passive Netzwerke mit R, C und L .....	22
2.1.8 <i>Fourier</i> -Analyse .....	28
2.1.9 Diode .....	30
2.2 Transistoren .....	34
2.2.1 Bipolare Transistoren .....	36
2.2.2 Unipolare Transistoren .....	40
2.2.3 IGBT .....	41
2.2.4 Transistortypen .....	41
2.3 Vierschicht-Bauelemente .....	42
2.3.1 Thyristor, SCR (semiconductor controlled rectifier) .....	42
2.3.2 GTO-Thyristor .....	43
2.3.3 TRIAC .....	43
2.3.4 Triggerdioden .....	43
2.3.5 Phasenanschnittsteuerung .....	44
2.3.6 Unijunction-Transistor (UJT, PUT) .....	45
2.4 Schalter .....	45
2.4.1 Mechanische Schalter .....	45
2.4.2 Relais .....	45
2.4.3 Schaltzeiten, Prellen .....	46
2.4.4 Sicherungen .....	47
2.5 Kabel Drahnte und Leitungen .....	48
<b>3 Verstärker</b> .....	50
3.1 Differenzverstärker .....	52
3.2 Operationsverstärker .....	53
3.2.1 Berechnung von Schaltungen mit Operationsverstärker .....	54
3.2.2 Frequenzgang und Phasenverschiebung .....	63
3.2.3 <i>Schmitt</i> -Trigger .....	64
3.2.4 Komparator .....	65
3.3 Verstärker .....	65
3.3.1 Breitbandverstärker .....	65
3.3.2 NF-Verstärker .....	66
3.3.3 Leistungsverstärker .....	67

3.3.4	HF-Verstärker	72
3.3.5	Gleichspannungs-Verstärker	72
3.3.6	Analogrechner	74
3.3.7	Regelung	74
<b>4</b>	<b>Netzgeräte</b>	<b>78</b>
4.1	Netzspannung	78
4.2	Transformator	79
4.2.1	Funktionsweise	79
4.2.2	Realer Transformator	81
4.2.3	Dimensionierung des Trafos	84
4.2.4	Hochfrequenztransformator	85
4.3	Bauformen	85
4.3.1	Trenntransformator	86
4.3.2	Spartransformator	87
4.3.3	Regeltransformator	87
4.3.4	Drehstromtransformator	87
4.4	Gleichrichtung	88
4.4.1	Einweg-Gleichrichtung	88
4.4.2	Zweiweg-Gleichrichtung	89
4.4.3	Vierweg-Gleichrichtung	90
4.4.4	Drehstrom-Gleichrichtung	92
4.5	Glättung	92
4.5.1	Ladekondensator	93
4.5.2	Glättung	95
4.5.3	Spannungsvervielfachung, Kaskadenschaltung	96
4.6	Stabilisierung	97
4.6.1	Shunt-Regelung	97
4.6.2	Längs-Regelung	98
4.6.3	Genauigkeit	99
4.6.4	Stromregelung	100
4.7	Getaktete Netzgeräte	102
4.7.1	Sekundär getaktetes Netzgerät	102
4.7.2	Primär getaktetes Netzgerät	102
4.7.3	Spannungswandler mit Ladungspumpe	104
4.7.4	DC-DC-Wandler	104
4.8	Integrierte Spannungsregler	104
4.8.1	Lineare Spannungsregler	104
4.8.2	Integrierte Schaltregler	104
4.8.3	AC-DC-Wandler	105
4.9	Wirkungsgrad	105
4.9.1	Kupferverluste	105
4.9.2	Gleichrichterverluste	105
4.9.3	Reglerverluste	105
4.9.4	Spannungsteilerverluste	105
4.10	Selbstbau von Netzgeräten	106
<b>5</b>	<b>Oszillatoren und Signalgeneratoren</b>	<b>109</b>
5.1	Sinus-Oszillatoren	109

5.1.1	LC-Oszillator	109
5.1.2	Quarz-Oszillator	112
5.1.3	RC-Oszillator	113
5.2	Rechteck- und Dreieckgeneratoren	116
5.2.1	Astabiler Multivibrator	116
5.2.2	Multivibrator mit <i>Schmitt</i> -Trigger	116
5.2.3	Multivibrator mit variablem Tastverhältnis	118
5.2.4	Frequenzsynthese	119
5.2.5	VCO (Voltage Controlled Oszillator)	119
5.2.6	PLL (Phase Locked Loop)	121
<b>6</b>	<b>Messgeräte und Messtechnik</b>	<b>123</b>
6.1	Messwertdarstellung	123
6.1.1	Digitaldarstellung	125
6.1.2	Analogdarstellung	125
6.2	Anzeigeformen	126
6.2.1	Technische Anzeigen	126
6.2.2	Optische Anzeigen	126
6.2.3	Akustische Anzeigen	127
6.3	Messwertarchivierung	127
6.4	Messfehler	127
6.4.1	Absoluter und relativer Fehler	128
6.4.2	Auflösung und Auflösungsvermögen	128
6.4.3	Quantisierungsfehler	128
6.4.4	Statistischer Fehler	128
6.4.5	Systematische Fehler	131
6.4.6	Einfluss durch den Messvorgang	133
6.4.7	Dynamische Fehler	134
6.4.8	Linearitätsfehler	136
6.4.9	Subjektive Fehler	138
6.5	Messwertwandler	138
6.5.1	Digital- Analog-Converter	138
6.5.2	Analog-Digital-Converter	140
6.5.3	Time-Digital-Converter (TDC)	145
6.5.4	Time-Analog-Converter (TAC)	145
6.5.5	Spannungs-Frequenz-Wandler (Voltage to Frequency Converter, VFC)	146
6.5.6	Frequenz-Spannungs-Wandler (Frequency to Voltage Converter, FVC)	146
6.6	Messgeräte	147
6.6.1	Voltmeter, Multimeter	147
6.6.2	Zähler, Frequenzmesser, Timer	148
6.6.3	Signalumschalter, Scanner	148
6.7	Messgrößenaufzeichnung	148
6.7.1	Analog-Oszilloskop	149
6.7.2	Digital-Speicher-Oszilloskop	154
6.7.3	Transienten-Recorder	156
6.7.4	Logik-Analysatoren	156
6.7.5	Schreiber	156
6.7.6	PC-Oszilloskop	157
6.7.7	Tastköpfe	161

<b>7</b>	<b>Sensoren</b> .....	162
7.1	Allgemeine Hinweise zu Sensoren .....	162
7.2	Resistive Sensoren .....	164
7.2.1	Potenziometrische Sensoren .....	164
7.2.2	Dehnungsmessstreifen .....	166
7.3	Klassische Messfühler .....	168
7.3.1	Kapazitive Sensoren .....	175
7.3.2	Induktive Sensoren .....	182
7.4	Magnetfeld-Sensoren .....	182
7.4.1	<i>Hall</i> -Sensoren .....	192
7.4.2	Feldplatten .....	192
<b>8</b>	<b>Digitaltechnik</b> .....	201
8.1	<i>Boolesche</i> Algebra .....	201
8.2	Logik-Familien .....	203
8.2.1	TTL-Familien .....	203
8.2.2	ECL-Familie .....	204
8.2.3	CMOS-Logik .....	204
8.2.4	GaAs-Schaltkreise .....	205
8.2.5	Ballistischer Transistor .....	205
8.2.6	Geschwindigkeit und Verlustleistung .....	205
8.2.7	FanIn - FanOut .....	206
8.3	Grundbauelemente .....	206
8.3.1	NICHT (Inverter) .....	206
8.3.2	UND (AND) .....	207
8.3.3	ODER (OR) .....	209
8.3.4	Exklusiv-Oder, XOR .....	210
8.3.5	Anwendungen .....	210
8.3.6	Verdrahtete Verknüpfung .....	211
8.3.7	Schaltnetz .....	213
8.4	Kippschaltungen .....	221
8.4.1	Flip-Flop .....	221
8.4.2	Monostabiler Vibrator .....	226
8.4.3	Astabiler Vibrator .....	228
8.5	Zählerschaltungen .....	229
8.5.1	Zählcodes .....	229
8.5.2	Asynchroner Dualzähler .....	229
8.5.3	Asynchroner Dezimalzähler .....	230
8.5.4	Asynchroner Teiler durch 12 .....	230
8.5.5	Synchrone Zähler .....	232
8.5.6	Rückwärtszähler .....	234
8.5.7	Voreinstellen der Zähler .....	234
8.5.8	Rate Multiplier .....	234
8.5.9	Zähler mit beliebigem Code .....	234
8.6	Registrierschaltungen .....	235
8.6.1	Schieberegister .....	235
8.6.2	FIFO, LIFO .....	238

<b>9</b>	<b>Digitalrechner</b>	241
9.1	Register	242
9.1.1	Programmierbare Register	243
9.1.2	Spezialregister	244
9.2	Datentransfer	244
9.2.1	BUS	244
9.2.2	Prozessorunabhängiger BUS	246
9.2.3	Standard-Schnittstellen	246
9.2.4	Rechnerverbund	246
9.2.5	Vernetzung	247
9.3	Ein- und Ausgabe	248
9.3.1	Interface	248
9.3.2	Standard-Interface-Bausteine	250
9.3.3	Controller	250
9.4	Speicher	250
9.4.1	Aufbau	250
9.4.2	Schreiblesespeicher	251
9.4.3	Festwertspeicher	256
9.4.4	Dual-Ported RAM	259
9.4.5	Assoziativ-Speicher	259
9.4.6	Cache-Memory	260
9.5	Rechenwerk	260
9.5.1	Arithmetische und logische Einheit	260
9.5.2	Coprozessor	262
9.5.3	Arrayprozessor	262
9.6	Steuerwerk	262
9.6.1	Befehlssatz	262
9.6.2	Pipeline	264
9.6.3	Ablaufsteuerung	264
9.6.4	CISC und RISC	267
9.7	Interrupt und DMA	269
9.7.1	Interrupt	269
9.7.2	Direkter Speicherzugriff (DMA)	270
9.8	Anwendungen und Typenauswahl	272
9.9	Andere Konzepte	272
9.9.1	Fuzzytechnik, Expertensysteme	273
9.9.2	Neuronale Netze	274
<b>10</b>	<b>Optoelektronik</b>	275
10.1	Lumineszenzdioden	275
10.1.1	Festkörperphysikalische Grundlagen	275
10.1.2	Physikalische Grundlagen aus der Optik	277
10.1.3	Aufbau von Lumineszenzdioden und Laserdioden	279
10.1.4	Technische Daten und Bauformen handelsüblicher Lumineszenzdioden	282
10.1.5	Sonderbauformen, Ziffern- und Buchstabenanzeigen	289
10.1.6	Applikationsschaltungen mit Lumineszenzdioden	291
10.2	Fotoempfänger	298
10.2.1	Physikalische Grundlagen	298
10.2.2	Fotowiderstände	302

10.2.3	Fotodioden und Fotoelemente .....	304
10.2.4	Fototransistoren .....	307
10.2.5	Applikationsschaltungen .....	311
10.3	Fotokopplungselemente .....	314
10.3.1	Optokoppler .....	314
10.3.2	Lichtschranken .....	317
10.3.3	Applikationsschaltungen mit Fotokopplungselementen .....	320
<b>11</b>	<b>Photovoltaik</b> .....	<b>324</b>
11.1	p-n-Übergang in einer Solarzelle .....	325
11.2	Absorptionsvorgänge in der beleuchteten Solarzelle .....	326
<b>Register</b>	.....	<b>340</b>