

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Nützliche Rechenregeln	1
2 Zählfeilsystem	2
2.1 Stromzählfeil	2
2.2 Spannungszählfeil	2
2.3 Masse – Nullpotential	3
2.4 Erzeuger – Verbraucher	3
3 Periodische Spannungen und Ströme	4
3.1 Sinusförmige Wechselspannung	4
3.2 Zweiweg-Gleichrichtung	4
3.3 Einweg-Gleichrichtung	5
3.4 Dreieckschwingung	5
3.5 Sägezahnswingung	5
3.6 Rechteck-Wechselspannungen, Pulse	5
3.7 Scheitelfaktor, Formfaktor, Welligkeit	6
3.8 Arithmetischer Mittelwert sinusförmiger Wechselspannungen	6
3.9 Bezeichnungen der Impulszeiten	7
4 Grundgesetze der Elektrotechnik	8
4.1 Widerstände und deren Schaltungen	8
4.1.1 Ohmsches Gesetz	8
4.1.2 Drahtwiderstand	8
4.1.3 Stromdichte	8
4.1.4 Widerstandsänderung bei Erwärmung	9
4.1.5 Reihenschaltung von Widerständen	9
4.1.6 Spannungsteiler	10
4.1.7 Parallelschaltung von Widerständen	10
4.1.8 Kirchhoffsche Gesetze	11
4.1.9 Elektrische Leistung, Elektrische Arbeit	12
4.1.10 Wirkungsgrad	12
4.1.11 Belastete Spannungsquelle, Anpassung	12
4.1.12 Reihenschaltung von Spannungsquellen	13
4.1.13 Parallelschaltung von Spannungsquellen	14

4.1.14	Akkumulatoren	14
4.2	Elektrisches Feld	15
4.2.1	Kapazität von Plattenkondensatoren	15
4.2.2	Ladung von Kondensatoren	15
4.2.3	Reihenschaltung von Kondensatoren	16
4.2.4	Parallelschaltung von Kondensatoren	16
4.2.5	Energie eines geladenen Kondensators	16
4.3	Magnetisches Feld	17
4.3.1	Kraftwirkung im Magnetfeld	17
4.3.2	Induktion der Bewegung	18
4.3.3	Induktionsgesetz	18
4.3.4	Induktivität von Spulen	18
4.3.5	Induktivität von Bauteilen	18
4.3.6	Selbstinduktionsspannung	20
4.3.7	Reihenschaltung von Spulen	20
4.3.8	Parallelschaltung von Spulen	20
4.3.9	Gegeninduktivität	20
4.3.10	Reihenschaltung magnetisch gekoppelter Spulen	20
4.3.11	Energie einer stromdurchflossenen Spule	21
4.3.12	Transformator, Übertrager	21
4.3.13	Spartransformator	21
4.3.14	Umspanner	22
4.3.15	Drehstromtransformatoren	22
4.4	Blindwiderstände	23
4.4.1	Kapazitiver Blindwiderstand	23
4.4.2	Induktiver Blindwiderstand	23
4.5	Analoge, passive Schaltungen	24
4.5.1	R und C an Wechselspannung	24
4.5.2	R und L an Wechselspannung	25
4.5.3	R, L und C an Wechselspannung	26
4.5.4	Ersatzschaltungen (Reihe $\rightleftharpoons$ Parallel)	27
4.5.5	Schwingkreise, Resonanzbedingungen	28
4.5.6	Reihenschwingkreis	29
4.5.7	Parallelschwingkreis	30
4.5.8	Schwingkreisabstimmung	31
4.5.9	Bandspreizung durch Serienkondensator	31
4.5.10	Bandspreizung durch Parallelkondensator	31
4.5.11	Bandfilter	32
4.5.12	Tiefpasskettenschaltung	33

4.5.13	Hochpasskettenschaltung	33
4.5.14	Doppel-T-Filter	33
4.5.15	Wien-Halb-Brücke	34
4.5.16	Wien-Robinson-Brücke	34
4.5.17	Klangeinsteller („Kuhschwanz“)	35
4.5.18	Phasenschieber-Brücke	35
4.5.19	RC-Tiefpass	36
4.5.20	RC-Hochpass	37
4.5.21	Reihenschaltung von n Filtern (Halbglieder) mit gleicher Grenzfrequenz	37
4.5.22	Dämpfung und Verstärkung	38
4.5.23	Pegel	39
4.5.24	Skineffekt	40
4.5.25	Rauschen	41
4.5.26	Verstärkerrauschen	41
4.5.27	Fremdspannungsabstand	42
4.5.28	Klirrfaktor periodischer Vorgänge	42
4.5.29	Wellenwiderstand	43
4.5.30	Überlagerung und Schwebung	44
4.5.31	Amplitudenmodulation AM	44
4.5.32	Frequenzmodulation FM	45
4.5.33	Oszillator- und Spiegelfrequenz	45
4.6	Starkstromschaltungen	46
4.6.1	Drehstrom	46
4.6.2	Leistung bei Wechsel- und Drehstrom	47
4.6.3	Leitungsverluste	47
4.6.4	Synchrondrehzahlen von Elektromotoren, Schlupf	48
4.6.5	L-Kompensation	49
4.7	Beleuchtungsgrößen	49
5	Halbleiter	50
5.1	Dioden und deren Schaltungen	50
5.2	Gleichrichterschaltungen	51
5.2.1	Einwegschaltung	51
5.2.2	Mittelpunktschaltung	52
5.2.3	Brückenschaltung	52
5.2.4	Mittelpunktschaltung für zwei symmetrische Ausgangs- spannungen	53
5.2.5	Vervielfacher-(Kaskaden-)Schaltung (nach Villard)	54

5.3	Unstabilisiertes Netzteil	54
5.3.1	Transformator	54
5.3.2	Drahtdurchmesser	55
5.3.3	Wickelraum	56
5.3.4	Siebung mit RC-Glied	56
5.3.5	Siebung mit LC-Glied	57
5.4	Z-Dioden zur Stabilisierung	57
5.4.1	Spannungs-Stabilisierung mit Z-Dioden	58
5.4.2	Siebfaktor	58
5.4.3	Glättungsfaktor	59
5.5	Bipolare Transistoren	59
5.5.1	Transistor-Vierpol (Emitterschaltung)	59
5.5.2	Kennlinie (Emitterschaltung)	60
5.6	Analoge, aktive Schaltungen mit bipolaren Transistoren ...	61
5.6.1	Arbeitspunkteinstellung mit Stromgegenkopplung	61
5.6.2	Arbeitspunkteinstellung mit Spannungsgegenkopplung ...	62
5.6.3	Transistor als Verstärker (Emitterschaltung)	63
5.6.4	Emitterschaltung mit Stromgegenkopplung	65
5.6.5	Kollektorschaltung	66
5.6.6	Basisschaltung	66
5.6.7	Bootstrap-Schaltung	67
5.6.8	Darlington-Schaltung	68
5.7	Feldeffekt-Transistoren	69
5.8	Analoge, aktive Schaltungen mit Feldeffekt-Transistoren ..	70
5.8.1	Automatische Gate-Vorspannungserzeugung	70
5.8.2	Gate-Vorspannungserzeugung durch Spannungsteiler	70
5.8.3	Source-Schaltung	71
5.8.4	Source-Schaltung mit Gegenkopplung	72
5.8.5	Drain-Schaltung	72
5.8.6	Gate-Schaltung	73
5.9	Operationsverstärker	73
5.9.1	Schaltungssymbole	73
5.9.2	Grundsaltungen und Kennlinien	74
5.9.3	Leerlaufspannungsverstärkung	74
5.9.4	Gleichtaktverstärkung	75
5.9.5	Arbeitspunkteinstellung	75
5.10	Analoge, aktive Schaltungen mit Operationsverstärkern ...	76
5.10.1	Invertierender Verstärker	76
5.10.2	Inverter	77

5.10.3	Nichtinvertierender Verstärker	77
5.10.4	Spannungsfolger	77
5.10.5	Summierer	78
5.10.6	Differenzverstärker (Addierer – Subtrahierer)	78
5.11	Kondensatoren für NF-Verstärker	79
5.11.1	Koppel- und Emitterkondensatoren	79
5.11.2	Koppel- und Source-Kondensatoren	79
6	Schaltungen	80
6.1	Analogtechnik	80
6.1.1	Stabilisierungsschaltungen für Spannung und Strom	80
6.1.2	Differenzverstärker	81
6.1.3	Groß-Signal-Verstärker	82
6.1.4	Lautspecherimpedanz	84
6.1.5	Lautsprecher-Weichen	84
6.1.6	Übertrager	85
6.1.7	Transformatorlose Endstufen im B-(AB-)Betrieb	86
6.1.8	Gesamtleistungsverstärkung	87
6.1.9	Wärmeableitung bei Halbleitern	87
6.1.10	Oszillatorschaltungen, allgemeine Bedingungen	89
6.1.11	LC-Schaltungen	89
6.1.12	RC-Schaltungen	90
6.1.13	Gegenkopplung	90
6.2	Impulstechnik	91
6.2.1	RC-Integrier-Glied	91
6.2.2	RL-Integrier-Glied	92
6.2.3	RC-Differenzier-Glied	92
6.2.4	RL-Differenzier-Glied	93
6.2.5	Ausgangsimpulsformen mit $\tau = f(t_i)$	94
6.2.6	Integrierer mit Operationsverstärker	95
6.2.7	Differenzierer mit Operationsverstärker	95
6.2.8	Transistor als Schalter	96
6.2.9	Astabile Multivibratoren	97
6.2.10	Monostabile Multivibratoren	99
6.2.11	Schmitt-Trigger	101
6.2.12	Impulsbelastbarkeit von Halbleitern	102

7	Messtechnik	103
7.1	Messwerke	103
7.1.1	Genauigkeitsklassen und zulässiger Anzeigefehler	103
7.1.2	Skalenablesung bei Vielfachmessgeräten	104
7.2	Messbereichserweiterung	104
7.2.1	Spannungsmesser	104
7.2.2	Strommesser	104
7.3	Widerstandsmessung	105
7.3.1	Stromfehlerschaltung	105
7.3.2	Spannungsfehlerschaltung	105
7.3.3	Messbrücken	105
7.4	Kapazitätsmessung durch Spannungs-Strom-Messung	106
7.5	Induktivitätsmessung durch Spannungs-Strom-Messung ..	107
7.6	Messungen mit dem Oszilloskop	107
7.6.1	Spannungsmessung	107
7.6.2	Zeitmessung	108
7.6.3	Phasenmessung mit Lissajous-Figuren	108
8	Regelungstechnik	109
8.1	Grundbegriffe	109
8.1.1	Blockschaltbild einer Regelung	109
8.1.2	Signalflusspläne	110
8.2	Elektrische Regelkreisglieder	111
8.2.1	Proportional-Regler (P-Glied)	111
8.2.2	Integral-Regler (I-Glied)	111
8.2.3	Proportional-Integral-Regler (PI-Glied)	112
8.2.4	Proportional-Differential-Regler (PD-Glied)	113
8.2.5	Proportional-Integral-Differential-Regler (PID-Glied)	113
8.2.6	Totzeitglied	114
9	Digitaltechnik	115
9.1	Zahlensysteme	115
9.1.1	Zahlendarstellung	115
9.1.2	Zahlenaufbau	115
9.1.3	Vorrat an Elementen	116
9.1.4	Rechenregeln für Dualzahlen	116
9.2	Schaltalgebra	116
9.2.1	Verknüpfungszeichen nach DIN 66000	116
9.2.2	Gesetze und Rechenregeln	116

9.2.3	Optimale Form von Schaltfunktionen (KV-Diagramm)	117
9.2.4	Wichtige Grundverknüpfungen mit zwei Eingangsvariablen in NAND- und NOR-Technik	119
9.3	Kippschaltungen (Flip-Flops)	120
9.3.1	RS-Kippglied (RS-Flip-Flop)	120
9.3.2	D-Kippglied (D-Flip-Flop)	121
9.3.3	Flankengetriggertes JK-Kippglied (JK-Flip-Flop)	122
9.3.4	Flankengetriggertes MS-JK-Kippglied (MS-JK-Flip-Flop)	122
9.3.5	T-Kippglied (T-Flip-Flop)	122
9.4	Komparator	123
9.5	Addierer	123
9.5.1	Halbaddierer	123
9.5.2	Volladdierer	123
9.6	Datenübertragung	124
9.6.1	Multiplexer	124
9.6.2	Demultiplexer	124
9.7	Codeumsetzung	125
9.7.1	BCD $\leftrightarrow$ Dezimal	125
9.7.2	Dezimal $\rightarrow$ Sieben-Segment	125
9.7.3	BCD $\rightarrow$ Sieben-Segment	126
9.8	Zähler — Teiler	126
9.8.1	Asynchrone Zähler — Teiler (Modulo-x-Zähler)	127
9.8.2	Zählrichtungsumschalter: Vor-/Rückwärts	127
9.9	Schieberegister	128
9.9.1	Betriebsarten	128
9.9.2	Schaltung	128
9.9.3	Parallel-Eingabeschaltung	129
10	Mechanik	130
10.1	Kräfte	130
10.1.1	Addition von Kräften	130
10.1.2	Kräfteparallelogramm	130
10.2	Momente	131
10.2.1	Drehmoment	131
10.2.2	Hebel	131
10.3	Reibung	131
10.3.1	Haftreibung	131
10.3.2	Gleitreibung	131
10.4	Arbeit	132

10.4.1	Rollen und Flaschenzug	132
10.4.2	Schiefe Ebene	133
10.5	Leistung	133
10.6	Bewegung	133
10.6.1	Gleichförmige Bewegung	133
10.6.2	Gleichförmig beschleunigte Bewegung	133
10.6.3	Winkelgeschwindigkeit	134
10.7	Fliehkraft, Radialkraft	134
10.8	Übersetzungen	134
10.8.1	Riementriebe	134
10.8.2	Zahnrad-(Schnecken-)Triebe	135
10.9	Wärme	136
10.9.1	Wärmemenge	136
10.9.2	Wärmewirkungsgrad	136
10.10	Gewichtsberechnung	136
11	Mathematik	137
11.1	Allgemeines	137
11.1.1	Mathematische Zeichen	137
11.1.2	Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten	137
11.1.3	Griechisches Alphabet	138
11.1.4	Runden von Zahlen	138
11.1.5	Entwurf von logarithmischen Leitern	138
11.2	Arithmetik und Algebra	138
11.2.1	Vorzeichenregeln	138
11.2.2	Brüche	138
11.2.3	Klammern	139
11.2.4	Verhältnisgleichungen (Proportionen)	139
11.2.5	Binome	139
11.2.6	Mittelwerte	139
11.2.7	Potenzen mit ganzzahligen Exponenten	139
11.2.8	Potenzen mit Brüchen als Exponenten, Wurzeln	140
11.2.9	Logarithmen	140
11.3	Funktionen	141
11.3.1	Gerade	141
11.3.2	Hyperbel	141
11.3.3	Parabel, Wurzelfunktion	142
11.3.4	Logarithmus- und Exponentialfunktionen	142
11.3.5	Trigonometrische Funktionen	143

11.3.6	Vorzeichen der trigonometrischen Funktionen in den 4 Quadranten	144
11.3.7	Bogenmaß	144
11.4	Geometrie	144
11.4.1	Ebene Geometrie.....	144
11.4.2	Raumgeometrie	146
12	Tabellen	148
12.1	Umrechnung von physikalischen Einheiten	148
12.2	Normreihen E6, E12, E24	149
12.3	Leistungs-Spannungs-Strom-Diagramm für Widerstände ..	150
12.4	HF-Tapete	151
12.5	Berechnungstabelle für M- und E-Schnitte	153
12.6	Drahttabellen	154
12.7	Verwendete Formelzeichen	156
12.7.1	Lateinische Buchstaben	156
12.7.2	Griechische Buchstaben	157
12.7.3	Sonderzeichen	158
12.7.4	Indizierung	158
Index		161
Schaltzeichen-Bibliothek		171