

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung in die Schreibweise technischer Gleichungen	9
1.1.	Die sechs Grundgrößen	10
1.1.1.	Abgeleitete Größen	11
1.2.	Einheiten physikalischer Größen	12
1.2.1.	Das SI-Einheitensystem	13
1.2.2.	Abgeleitete Einheiten	15
1.3.	Größengleichungen	16
1.3.1.	Zugeschnittene Größengleichungen	17
1.3.2.	Die Zahlenwertgleichung	18
1.4.	Die Einheitengleichung	19
1.5.	Dimensionen	20
	Literaturangaben	21
2.	Grundzüge der Mengenlehre	22
2.1.	Die Mengenlehre als einfachste Strukturtheorie	22
2.2.	Der Mengenbegriff	26
2.2.1.	Echte und unechte Teilmengen	29
2.2.2.	Mächtigkeit einer Menge	33
2.2.3.	Unendliche Mengen	35
2.3.	Abbildungen von Mengen	40
2.3.1.	Die umkehrbar eindeutige Abbildung	41
2.3.2.	Abbildung der Urbildmenge auf die Bildmenge	42
2.3.3.	Abbildung der Urbildmenge in die Bildmenge	44
2.3.4.	Die Abbildung einer Menge auf sich selbst	45
2.4.	Grundbeziehungen zwischen Mengen	47
2.4.1.	Die Elementbeziehung	47
2.4.2.	Vereinigung von Mengen	48
2.4.3.	Durchschnitt von Mengen	50
2.4.4.	Assoziativgesetze für Mengendurchschnitte und Mengenvereinigungen	51
2.4.5.	Verschmelzungsgesetze für Mengendurchschnitte und Mengenvereinigungen	51
2.4.6.	Besonderheiten der Äquivalenzrelation und Mengengleichheit	55
2.5.	Elemente für die Bildung von Gruppen und Verbänden innerhalb von Mengen	56
2.5.1.	Das Einselement	56
2.5.2.	Das Inverse eines Elements	57
2.5.3.	Komplementärmengen	58

2.6.	Bedeutung der Mengenlehre für die Mathematik der Fernmeldetechnik	60
	Literaturangaben	61
3.	Verbände	62
3.1.	Grundzüge der Aussagenlogik	63
3.1.1.	Begriff der logischen Aussage	63
3.1.2.	Grundverknüpfungen der Aussagenlogik	65
3.1.2.1.	Die Konjunktion	68
3.1.2.2.	Die Disjunktion	69
3.1.2.3.	Die Negation	70
3.1.2.4.	Die Äquivalenz	71
3.1.2.5.	Die Implikation	72
3.1.3.	Das Dualitätsprinzip	74
3.1.3.1.	Die Theoreme von DE MORGAN	77
3.1.4.	Zusammenstellung der Theoreme der Aussagenlogik	79
3.2.	Die Schaltalgebra	82
3.2.1.	Die Eigenschaften logischer Schaltungen	84
3.2.2.	Die Symbolik der Schaltalgebra	85
3.2.3.	Verknüpfungsmöglichkeiten mit zwei Variablen	87
3.2.4.	Schaltkreissymbole der Digitaltechnik	90
3.2.4.1.	Die UND-Verknüpfung	94
3.2.4.2.	Die ODER-Verknüpfung	95
3.2.4.3.	Die NICHT-Funktion	96
3.2.4.4.	Die Äquivalenz	97
3.2.4.5.	Das Exklusiv-ODER (Antivalenz)	99
3.2.4.6.	Die NAND-Funktion (SHEFFER-Funktion)	101
3.2.4.7.	Die NOR-Funktion (PEIRCE-Funktion)	103
3.2.5.	NAND und NOR als Universalfunktionen	104
3.2.5.1.	Die Universalfunktion NAND	104
3.2.5.2.	Die Universalfunktion NOR	106
3.2.5.3.	Positive und negative Logik	108
3.2.6.	Rechenregeln der Schaltalgebra	109
3.2.6.1.	Prioritätsregeln der Verknüpfungszeichen	112
3.2.6.2.	Zusammenstellung der Rechenregeln der Schaltalgebra	112
3.2.7.	Der Hauptsatz der Schaltalgebra	114
3.2.7.1.	Die Minterm-Normalform	115
3.2.7.2.	Die Maxterm-Normalform	120
3.2.8.	Vereinfachung von Schaltfunktionen	126
3.2.8.1.	Rechnerische Vereinfachung von Schaltfunktionen	126
3.2.8.2.	Minimisierung von Schaltfunktionen mit Hilfe von KV-Tafeln	135
3.2.9.	Sequentielle logische Schaltungen	146

3.2.9.1.	Das TTL-NAND-Glied	153
3.2.9.2.	Flipflop-Speicher	154
	a) <i>Allgemeines</i>	154
	b) <i>Das sr-Speicherflipflop</i>	155
	c) <i>Das getaktete SR-Auffangflipflop</i>	157
	d) <i>Das JK-Master-Slave-Zählflipflop</i>	160
	e) <i>Das Delay-Flipflop</i>	163
	f) <i>Das Trigger-Flipflop</i>	164
3.2.9.3.	Berechnung eines Zählers im 1-2-4-8-Code	166
	a) <i>Formulierung des Problems</i>	166
	b) <i>Vorwärtsbetrieb</i>	168
	c) <i>Rückwärtsbetrieb</i>	175
	d) <i>Vorwärts- und Rückwärtsbetrieb</i>	177
	Literaturangaben	179
4.	Grundlegende Rechenoperationen	181
4.1.	Addieren, Subtrahieren	181
4.2.	Multiplizieren, Dividieren	183
4.3.	Potenzieren, Radizieren, Logarithmieren	188
4.4.	Zahlenarten	195
4.5.	Rechnen mit Dualzahlen	196
5.	Gleichungen	203
5.1.	Allgemeines	203
5.2.	Lineare Gleichungen	204
5.3.	Quadratische Gleichungen	209
5.4.	Gleichungen höheren Grades	211
5.5.	Proportionen	213
5.6.	Ungleichungen	215
6.	Matrizen	217
6.1.	Allgemeines	217
6.2.	Determinantenrechnung	219
6.2.1.	Die CRAMERSche Regel	219
6.2.2.	Unterdeterminanten	222
6.2.3.	Lehrsätze über Determinanten	223

6.3.	Matrizenrechnung	225
6.3.1.	Der Matrizenkalkül	225
6.3.2.	Sondermatrizen	226
6.3.3.	Rechenregeln für Matrizen	229
6.3.4.	Rang einer Matrix	232
6.3.5.	Die Kehrmatrix und ihre Anwendung	234
	Literaturangaben	241
7.	Funktionen	242
7.1.	Definition und Darstellung der Funktion	242
7.1.1.	Der Funktionsbegriff	242
7.1.2.	Die Funktionsgleichung	243
7.1.3.	Explizite und implizite Funktionen	245
7.1.4.	Rationale und nichtrationale Funktionen	246
7.1.5.	Zeichnerische Darstellung einer Funktion	247
7.1.6.	Umkehrung einer Funktion	249
7.2.	Lineare Funktionen	251
7.3.	Quadratische Funktionen	253
7.4.	Potenzfunktionen, Wurzelfunktionen	255
7.5.	Kreisfunktionen	258
7.6.	Arkusfunktionen	266
7.7.	Allgemeine Form der Sinuskurve	268
7.8.	Hyperbelfunktionen	274
7.9.	Areafunktionen	276
7.10.	Exponentialfunktionen	277
8.	Infinitesimalrechnung	280
8.1.	Differentialrechnung	280
8.1.1.	Differenzenquotient, Differentialquotient	280
8.1.2.	Differentialquotienten wichtiger Funktionen	284
8.1.2.1.	Ableitungen von Potenzfunktionen	284
8.1.2.2.	Ableitung der Sinusfunktion	287
8.1.2.3.	Ableitungen logarithmischer Funktionen	288
8.1.2.4.	Ableitungen von Exponentialfunktionen	289
8.1.3.	Differentiationssätze	291
8.1.4.	Logarithmische Differentiation	294

8.1.5.	Graphische Differentiation	295
8.1.6.	Das Differential	296
8.1.7.	Extremwerte von Funktionen	299
8.1.8.	Ableitungen von Funktionen mit mehr als zwei Variablen	305
8.2.	Integralrechnung	309
8.2.1.	Das bestimmte und das unbestimmte Integral	309
8.2.2.	Rechenregeln und Formeln für die Integration	316
8.2.2.1.	Allgemeingültige Sätze	316
8.2.2.2.	Sätze für bestimmte Integrale	317
8.2.2.3.	Grundintegrale	317
8.2.2.4.	Partielle Integration	318
8.2.2.5.	Integration mittels Substitution	320
8.2.2.6.	Berechnung von Doppelintegralen	322
8.2.3.	Partialbruchzerlegung	323
8.3.	Differentialgleichungen	332
8.3.1.	Begriffsfestlegung	332
8.3.2.	Einteilung der Differentialgleichungen	333
8.3.2.1.	Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen	333
8.3.2.2.	Ordnung und Grad einer Differentialgleichung	333
8.3.3.	Lösen einer Differentialgleichung durch Trennung der Variablen ..	334
8.3.4.	Einige grundlegende Differentialgleichungen der Elektrotechnik ...	336
8.3.4.1.	Einschalten eines Gleichstromkreises	336
8.3.4.2.	Entladung eines Kondensators	339
8.3.4.3.	Strom- und Spannungsverlauf im verlustlosen Schwingkreis	341
8.3.4.4.	Verlustbehafteter Schwingkreis	345
8.4.	Folgen, Reihen	350
8.4.1.	Folgen	350
8.4.2.	Reihen	351
8.4.2.1.	Grundlegende Begriffe	351
8.4.2.2.	Arithmetische Reihe	353
8.4.2.3.	Geometrische Reihe	353
8.4.2.4.	MACLAURINSche Reihe	355
8.4.2.5.	Fourierreihen	358
9.	Komplexe Zahlen	361
9.1.	Komplexe Zahlen als Erweiterung des Zahlenbereiches	361
9.1.1.	Die reelle Zahl als Sonderfall der komplexen Zahl	366
9.1.2.	Die imaginäre Zahl als Sonderfall der komplexen Zahl	366
9.1.3.	Darstellung der komplexen Zahlen	368
9.2.	Die drei Hauptformen der komplexen Zahlen	370
9.2.1.	Die algebraische Form	370

9.2.2.	Die trigonometrische Form	372
9.2.3.	Die Exponentialform	379
9.2.3.1.	Die KENNELLY-Schreibweise	382
9.2.3.2.	Einheitszeiger	382
9.3.	Rechenregeln für komplexe Zahlen	383
9.3.1.	Addition von Zeigern	384
9.3.2.	Subtraktion von Zeigern	386
9.3.3.	Multiplikation von Zeigern	388
9.3.3.1.	Normalform	388
9.3.3.2.	Trigonometrische Form	388
9.3.3.3.	Exponentialform	390
9.3.4.	Division von Zeigern	392
9.3.4.1.	Die Inversion von Zeigern	392
9.3.4.2.	Normalform	394
9.3.4.3.	Trigonometrische Form	394
9.3.4.4.	Exponentialform	396
9.3.5.	Potenzieren von Zeigern — MOIVRESche Formel	397
9.3.6.	Radizieren von Zeigern	399
9.3.7.	Logarithmieren von Zeigern	401
9.3.8.	Differentiation und Integration von Zeigern	402
9.3.8.1.	Zeitlich veränderliche Zeiger	402
9.3.8.2.	Differentiation von Zeigern	405
9.3.8.3.	Integration von Zeigern	406
9.4.	Funktionen komplexer Variabler	406
9.4.1.	Kreisfunktionen komplexer Argumente	408
9.4.2.	Hyperbelfunktionen komplexer Argumente	409
9.4.3.	Zusammenhänge zwischen den Kreis- und Hyperbelfunktionen ...	410
9.5.	Die Abbildung komplexer Zahlen auf sinusförmige Wechselstromvorgänge	414
9.5.1.	Allgemeine Form der Sinusschwingung	414
9.5.2.	Symbolische Darstellung der Sinusschwingung durch Zeiger	415
9.5.3.	Komplexe Widerstände	419
9.5.3.1.	Der Scheinwiderstand	419
9.5.3.2.	Ohmscher Widerstandsoperator	421
9.5.3.3.	Induktiver Widerstandsoperator	421
9.5.3.4.	Kapazitiver Widerstandsoperator	423
9.5.3.5.	Leitwertoperatoren	426
9.5.4.	Wechselstromleistung	428
	Literaturangaben	431

10.	Einführung in die Methode der LAPLACE-Transformation	432
10.1.	Grundsätzliche Begriffe	432
10.1.1.	Eine einfache Differentialgleichung der Elektrotechnik	433
10.1.2.	Die Integraltransformation als isomorphe Abbildung	438
10.2.	Der Weg zum LAPLACE-Integral	442
10.2.1.	Die Beschreibung periodischer Vorgänge durch die FOURIERreihe	442
10.2.1.1.	Die komplexe Form der FOURIERreihe	451
10.2.2.	Die Beschreibung nichtperiodischer Vorgänge durch das FOURIER-Integral	458
10.2.2.1.	Amplitudendichte eines Einzelimpulses	461
10.2.3.	Das LAPLACE-Integral	464
10.3.	Einige Beispiele für die LAPLACE-Transformation	466
10.3.1.	Die Einheitssprungfunktion	466
10.3.2.	Der lineare Anstieg	467
10.3.3.	Die Exponentialfunktion	468
10.3.4.	Der Parabelanstieg	469
10.3.5.	Die Sinusfunktion	470
10.3.6.	Die Kosinusfunktion	471
10.4.	Transformationssätze für Operationen im Originalraum	472
10.4.1.	Der Summensatz	473
10.4.2.	Der Differentiationssatz	474
10.4.3.	Der Integrationssatz	476
10.4.4.	Der Faltungssatz	477
10.4.5.	Der Dämpfungssatz	480
10.4.6.	Die Verschiebungssätze	481
10.5.	Probleme der Rücktransformation	485
10.5.1.	Partialbruchzerlegung	485
10.6.	Anwendungsbeispiele aus der Fernmeldetechnik	487
10.6.1.	Einschaltvorgang eines RC-Integriergliedes	487
10.6.2.	Trägheitsbehafteter mechanischer Schalter	490
10.6.3.	Schaltvorgänge an einem Reihenschwingkreis	494
10.6.3.1.	Aperiodischer Ausgleichsvorgang	500
10.6.3.2.	Aperiodischer Grenzfall	501
10.6.3.3.	Periodischer Ausgleichsvorgang	502
10.7.	Korrespondenztabelle zu LAPLACE-Transformationen	504
	Literaturangaben	506

11.	Kombinatorik und Wahrscheinlichkeitsrechnung	508
11.1.	Kombinatorik	508
11.1.1.	Permutationen	508
11.1.2.	Variationen	511
11.1.3.	Kombinationen	512
11.2.	Wahrscheinlichkeitsrechnung	514
11.2.1.	Der Wahrscheinlichkeitsbegriff	514
11.2.2.	Sätze und Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung	515
11.2.3.	Zufallsgrößen	520
11.2.3.1.	Verteilung von Zufallsgrößen	520
11.2.3.2.	Mittelwert einer Zufallsgröße	524
11.2.3.3.	Varianz und Streuung von Zufallsgrößen	525
11.2.4.	Wichtige Verteilungen von Zufallsgrößen	526
11.2.4.1.	Binomialverteilung	526
11.2.4.2.	Poissonverteilung	529
11.2.4.3.	Gaußverteilung	530
	Literaturangaben	537
12.	Tabellen und Tafeln	538
12.1.	Mathematische Zeichen	539
12.2.	Griechisches Alphabet	542
12.3.	Deutsche Schrift	542
12.4.	Oft verwendete Konstanten	543
12.5.	Quadratzahlen, Kubikzahlen, Wurzeln, Kreisumfänge und Kreisinhalt	544
12.6.	Mantissen der gewöhnlichen Logarithmen	546
12.7.	Mantissen der natürlichen Logarithmen	548
12.8.	Werte der e-Funktion	549
12.9.	Kreisfunktionen	551
12.10.	Umwandlung von Gradmaß in Bogenmaß	555
12.11.	Umwandlung von Bogenmaß in Gradmaß	555
12.12.	Umwandlung von Minuten und Sekunden in Dezimalteile eines Winkelgrades	555
12.13.	Hyperbelfunktionen	556
12.14.	Werte der normierten Gaußverteilung	558
12.15.	Formelzeichen von Größen	558

12.16.	Definition der Grundeinheiten	562
12.17.	Vorsätze zur Bezeichnung von Vielfachen und Teilen einer Einheit	563
12.18.	Grundlegende Formeln der Elektrotechnik	563
12.19.	Wichtige Umrechnungsfaktoren	565
12.20.	Tafeln zur Ermittlung von Blindwiderständen und Blindleitwerten .	565
12.21.	Tafel zur Umwandlung komplexer Zahlen	569
12.22.	Dezimal-Binär-Codes	571
13.	Stichwörterverzeichnis	572