

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der häufig verwendeten Formelzeichen	XIII
--	------

1. Einleitung	1
-------------------------	---

2. Signalbeschreibung im Zeit- und Frequenzbereich für zeitkontinuierliche Vorgänge	12
2.1. Periodische Vorgänge	12
2.1.1. Die Fouriersumme und das komplexe Spektrum	12
2.1.2. Rechteckschwingung, Sägezahnchwingung und Rechteckpuls.	16
2.2. Einmalige Vorgänge und die Fouriertransformation	21
2.2.1. Der Übergang von der Fouriersumme zum Fourierintegral	21
2.2.2. Zeitfunktionen mit speziellen Eigenschaften	24
2.2.3. Parsevalsches Theorem	25
2.2.4. Abbildungsgesetze der Fouriertransformation	26
2.2.4.1. Linearität	26
2.2.4.2. Maßstabsänderung	26
2.2.4.3. Zeitverschiebung	26
2.2.4.4. Modulation einer Trägerschwingung durch eine Zeitfunktion	26
2.2.4.5. Differentiation der Zeitfunktion	27
2.2.4.6. Differentiation der Spektraldichtefunktion	27
2.2.4.7. Faltung im Zeit- und Frequenzbereich	27
2.2.4.8. Multiplikation von Zeitfunktionen	28
2.3. Die Laplacetransformation	29
2.3.1. Die verschobene Sprungfunktion	33
2.3.2. Die Diracsche Stoßfunktion	33
2.3.3. Einige wichtige Sätze der Laplacetransformation	38
2.3.3.1. Differentiation der Zeitfunktion	38
2.3.3.2. Lineare Differentialgleichungen und Entwicklungssatz	39
2.3.3.3. Entwicklungssatz und Einschwingvorgänge in Kettenleitern	42
2.4. Allgemeine Orthogonalardarstellung von Signalen.	44
2.4.1. Allgemeines	44
2.4.2. Orthogonale Mäanderfunktionen (Walshfunktionen)	46
2.4.3. Graphische Darstellung der Walshfunktionen	46
2.4.4. Orthogonalentwicklung nach Walshfunktionen	47

3. Signalbeschreibung im Zeit- und Frequenzbereich für zeitdiskrete Vorgänge	49
3.1. Diskrete Zeitfunktionen	49
3.1.1. Die Darstellung diskreter Zeitfunktionen	50
3.1.2. Die diskrete Fouriertransformation (DFT)	51
3.1.3. Die Rücktransformation in der diskreten Fouriertransformation	52
3.1.4. Die Faltung in der diskreten Fouriertransformation	53
3.2. Schnelle Fouriertransformation (FFT)	54
3.3. Die \mathcal{Z} -Transformation	58
3.3.1. Die Aufgabenstellung	58
3.3.2. Definition der \mathcal{Z} -Transformation	59
3.3.3. Umkehrung der \mathcal{Z} -Transformation	60
3.3.4. Eigenschaften der \mathcal{Z} -Transformation	61
3.3.4.1. Dämpfungssatz	61
3.3.4.2. Dehnungssatz	62
3.3.4.3. Verschiebungssätze	62
3.3.4.4. Faltungssatz	62
3.3.5. Beispiel zur \mathcal{Z} -Transformation	63
3.4. Digitale Filter	65
3.4.1. Digitales Filter ohne Rückführung	69
3.4.2. Digitales Filter mit Rückführung (rekursives Filter)	70
3.4.3. Periodizität der Übertragungsfunktion	72
4. Abtasttheoreme	75
4.1. Spektrales und zeitliches Abtasttheorem	75
4.2. Abtastung als Orthogonalentwicklung	82
4.3. Frequenzbandbegrenzte Signale mit von Null verschiedener unterer Bandgrenze	83
5. Spezielle Pulse und Verformungsprobleme	89
5.1. Rechteck- und Cosinusquadrat-Puls	89
5.2. Verformung bei Einschränkung des Frequenzbandes	93
5.3. Pulse in der Funk- und Radartechnik	96
5.4. Pulskompression beim Radar	99
5.5. Das Prinzip der stationären Phase	104
5.6. Das Auflösungsvermögen bei verdrauschten Impulsen	105
5.7. Die Reaktion von Netzwerken auf Impulse	108
5.7.1. Die Grundeigenschaften der Übertragungsfunktion von Netzwerken	109
5.7.2. Dämpfungs- und Phaseneigenschaften von Netzwerken minimaler Phase	113
5.7.3. Die Darstellung der Übertragungsfunktion von Netzwerken als Summe von Echofunktionen	120
5.7.3.1. Echoglieder bei Netzwerken mit reiner Dämpfungsverzerrung	122
5.7.3.2. Echoglieder bei Netzwerken minimaler Phase	123
5.7.4. Verformung von Impulsen beim Durchgang durch lineare Netzwerke	124

5.7.4.1. Ein Netzwerk mit linearem Phasengang	125
5.7.4.2. Die Antwort eines idealisierten Tiefpasses	127
5.7.4.3. Der Tiefpaß mit cosinusförmigem Übertragungs- faktor	129
5.7.4.4. Der Tiefpaß mit Gaußschem Übertragungsfaktor	132
5.7.4.5. Wirkung einer reinen Phasenverzerrung	135
5.8. Netzwerkanalyse-Programme	138
6. Stochastische Vorgänge	140
6.1. Verallgemeinerte harmonische Analyse von N. Wiener	143
6.2. Die Kreuzkorrelation	149
6.3. Beispiele für die Analyse zeit- und wertdiskreter stochastischer Vor- gänge	153
6.4. Grundzüge der Systemtheorie stochastischer Vorgänge	160
6.5. Optimale lineare Systeme	164
6.6. Die Barkercodes	170
6.7. Die Ambiguity-Funktion der Ortungstechnik	174
7. Analog- und Digitalsignale, Quantisierung und Codierung	186
7.1. Allgemeines	186
7.2. Analog-Digital-Umsetzung	187
7.2.1. Quantisierung	187
7.2.2. Codierung	191
7.2.3. Weitere Bemerkungen	196
7.3. Digital-Analog-Umsetzung	196
8. Informationstheoretische Grundlagen	198
8.1. Einleitung	198
8.2. Quellencodierung	199
8.2.1. Reduktion der Irrelevanz	200
8.2.2. Reduktion der Redundanz	201
8.2.3. Entscheidungsgehalt, Entropie und Redundanz	205
8.3. Kanalcodierung	211
8.3.1. Fehlererkennende und fehlerkorrigierende Codes	212
8.3.2. Der gestörte Kanal	214
8.3.3. Informationsfluß und Kanalkapazität	217
9. Pulsmodulation	228
9.1. Grundlagen der Modulation	228
9.1.1. Zweck der Modulation	228
9.1.2. Gliederung der Modulationsarten	231
9.1.3. Zuordnung der Bündelungsarten	237
9.2. Sinusvorgang als Modulationsträger	240
9.2.1. Wertkontinuierliche Modulation	240
9.2.1.1. Amplitudenmodulation	240
9.2.1.2. Winkelmodulation	242
9.2.2. Wertdiskrete Modulation	244

9.2.3. Frequenzmäßige Bündelung, Mehrfachmodulation	248
9.2.4. Wirkung von Übertragungsverzerrungen	249
9.2.5. Geräusche und ihre Wirkung	252
9.2.5.1. Die Geräusche und ihre quantitative Erfassung	252
9.2.5.2. Die Geräuschwirkung bei den Amplitudenverfahren	255
9.2.5.3. Die Geräuschwirkung bei den Winkelverfahren	256
9.2.5.4. Die Geräuschwirkung bei frequenzmäßig gebündelten Signalen nach Mehrfachmodulation	256
9.2.6. Wirkung von Verzerrungen und Geräuschen bei Modulation mit wertdiskreten Signalen	260
9.3. Pulsvorgang als Modulationsträger (Pulsmodulations-Verfahren)	262
9.3.1. Historisches	262
9.3.2. Allgemeines über Pulsmodulations-Verfahren	263
9.3.3. Wertkontinuierliche Pulsmodulation	264
9.3.3.1. Pulsamplituden-Modulation (PAM)	264
9.3.3.2. Pulsphasen- und Pulsfrequenz-Modulation (PPM und PFM)	271
9.3.3.3. Pulsdauer-Modulation (PDM)	277
9.3.4. Vergleich der Spektren der Modulationsarten	280
9.3.5. Wertdiskrete Pulsmodulation	284
9.3.5.1. Quantisierung der Signalwerte	285
9.3.5.2. Quantisierte Pulsamplituden- und Pulsphasen-Modu- lation	286
9.3.5.3. Digitale Modulation	287
9.3.6. Zeitliche Bündelung	291
9.3.7. Amplitudenbündelung, Wertbündelung	296
9.4. Eigenschaften der wertkontinuierlichen Pulsmodulations-Verfahren	299
9.4.1. Eigenschaften der Pulsamplituden-Modulation	299
9.4.1.1. Das Nebensprechen bei der Pulsamplituden-Modula- tion	299
9.4.1.2. Die Geräusche bei der Pulsamplituden-Modulation	305
9.4.2. Eigenschaften der Pulswinkel- und Pulszeit-Modulation	307
9.4.2.1. Das Nebensprechen bei der Pulsphasen-Modulation	308
9.4.2.2. Die Geräusche bei der Pulsphasen-Modulation	310
9.4.2.3. Das Nebensprechen bei der Pulsdauer-Modulation	312
9.4.2.4. Die Geräusche bei der Pulsdauer-Modulation	313
9.4.3. Der Gewinn an Signal-Geräusch-Abstand durch Kompression und Expansion der Augenblickswerte (Momentanwert- Kompondierung)	314
9.4.4. Vergleich der wertkontinuierlichen Pulsmodulations-Verfahren, Mehrfachmodulation	319
10. Digitale Modulation	324
10.1. Die Pulscode-Modulation (PCM)	324
10.1.1. Historisches	324
10.1.2. Gliederung eines PCM-Übertragungssystems	326
10.1.3. Codiermethoden	327
10.1.3.1. Die Codierrohre	327
10.1.3.2. Die drei grundlegenden Codiermethoden und ihr Vergleich	329

10.1.3.3. Kombinierte Codiermethoden	331
10.1.3.4. Spezielle Codierv Verfahren	334
10.1.4. Decodiermethoden	338
10.1.5. Die Codeumsetzung	340
10.1.6. Die Kompandierung	342
10.1.7. Die Quantisierungverzerrung	347
10.1.7.1. Die Verzerrungsleistung	347
10.1.7.2. Das Spektrum der Quantisierungsverzerrungen	353
10.1.7.3. Der Signal-Geräusch-Abstand, der Klirrfaktor	355
10.1.7.4. Die Restdämpfung	360
10.1.7.5. Das Grundgeräusch und Nebensprechen	361
10.2. Die Deltamodulation (DM) und die Delta-Pulscode-Modulation (DPCM)	362
10.2.1. Verfahren zur Differenzwertbildung	362
10.2.2. Die Deltamodulation (DM)	364
10.2.2.1. Die einfache Deltamodulation	364
10.2.2.2. Verbesserte Verfahren der Deltamodulation	367
10.2.3. Die Delta-Pulscode-Modulation (DPCM)	369
10.2.3.1. Prinzip der DPCM	369
10.2.3.2. Der Signal-Geräusch-Abstand bei der DPCM	372
10.3. Vergleich der digitalen Modulationsverfahren	375
10.4. Übertragungseigenschaften digital modulierter Signale	377
10.4.1. Signalarten und -formen	377
10.4.2. Einflüsse von Störungen und Verzerrungen bei digital modulierten Signalen	384
10.4.3. Zusammenhang zwischen Fehlerwahrscheinlichkeit und Geräuschleistung nach der Demodulation	391
10.5. Mehrfachmodulation	396
10.6. Maßnahmen zur Synchronisation	400
Literaturverzeichnis	404
Sachverzeichnis	416