

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Einfaches Leitungsmodell und seine Differentialgleichung	3
1.2	Übertragung eines Spannungssprungs	8
1.3	Übertragung von Rechteckimpuls und Dirac-Impuls	16
1.4	Zusammenfassung und Ausblick	22
2	Einteilung von Signalen	25
2.1	Diskrete und kontinuierliche Signale	25
2.2	Energie- und Leistungssignale	28
2.2.1	Energiesignale	28
2.2.2	Leistungssignale	31
2.3	Physikalische Darstellung von Digitalsignalen	33
2.3.1	Leitungscodierung	33
2.3.2	Besonderheiten digitaler Signale	35
2.4	Energie und Leistung komplexwertiger Signale	38
2.5	Näheres über Dirac-Impulse	40
3	Zeitkontinuierliche Übertragungssysteme, Teil 1	41
3.1	Einteilung der Systeme	42
3.2	Lineare zeitinvariante Übertragungssysteme	47
3.3	Berechnung und Eigenschaften des Faltungsintegrals	53
3.4	Gedächtnis- und Zustandsmodell des Übertragungssystems	57
3.5	Beispiele für die Berechnung der Faltung	59
3.6	Faltung mit Dirac-Impuls	61
4	Zeitkontinuierliche Signale	67
4.1	Energie und mittlere Leistung bei Überlagerung von Signalen	67
4.1.1	Energie bei Überlagerung zweier reeller Signale	67
4.1.2	Mittlere Leistung bei Überlagerung zweier reeller Signale	71
4.1.3	Energie und mittlere Leistung bei Überlagerung komplexer Signale	75
4.2	Darstellung von Signalen mit Elementarfunktionen	77
4.2.1	Treppennäherung	78
4.2.2	Approximation mit allgemeinen orthogonalen Funktionen	80
4.3	Fourier-Reihe	84
4.4	Fourier-Transformation	89
4.5	Beispiele für Fourier-Reihe und Fourier-Transformation	93
5	Zeitkontinuierliche Übertragungssysteme, Teil 2	99
5.1	Übertragung der komplexen Exponentialschwingung	100
5.2	Übertragung von reellen Sinusschwingungen	103
5.3	Übertragung periodischer Signale und zeitbegrenzter Signale	105
5.4	Allgemeine Signalübertragung im Frequenzbereich	107
5.5	Beispiele für die Berechnung der Übertragungsfunktion und der Impulsantwort	110

6	Zeitdiskrete Übertragungssysteme, Teil 1	113
6.1	Darstellung zeitdiskreter Signale durch Folgen	113
6.2	Einteilung der Systeme	118
6.3	Lineare zeitinvariante Systeme	119
6.4	Berechnung und Eigenschaften der diskreten Faltung	121
6.5	Faltungssumme und Faltungsintegral	125
6.6	Transversalfilter, FIR-Systeme und IIR-Systeme	127
6.7	FIR-Systeme und Eingangsfolgen endlicher Länge	130
6.7.1	Vektoren und Matrizen	130
6.7.2	Übertragungsverhalten in Matrizen-Schreibweise	132
7	Zeitdiskrete Signale	137
7.1	Zeitdiskrete Energiesignale	137
7.1.1	Energie reellwertiger Signale	138
7.1.2	Energie komplexwertiger Signale	141
7.2	Zeitdiskrete Leistungssignale	142
7.3	Diskrete Fourier-Transformation (DFT)	145
7.3.1	Definition und Standardform der DFT	146
7.3.2	Beispiel für die DFT	149
7.3.3	Matrizen-Schreibweise der DFT	152
8	Zeitdiskrete Übertragungssysteme, Teil 2	155
8.1	Übertragung der komplexen Exponentialfolge	156
8.2	Übertragung allgemeiner Folgen	158
8.3	Übertragung endlich langer Folgen über kausale FIR-Systeme	161
8.4	Verhalten des Transversalfilters im Frequenzbereich	165
8.5	Zyklische Übertragungsmatrix im Frequenzbereich	169
8.6	Zustandsmodell d. Übertragungssystems Automattendarstellung	172
9	Zusammenhänge zwischen zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten Signalen und Systemen	179
9.1	Abtasttheorem für bandbegrenzte Signale	180
9.2	Zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Faltung bei bandbegrenzten Signalen	182
9.3	Äquivalenz diskreter und kontinuierlicher Spektren bei band- und zeitbegrenzten Signalen	185
9.4	Aliasing-Fehler bei Abtastung nicht streng bandbegrenzter Signale	188
9.5	Physikalisch technische Signalabtastung	191
10	Eigenschaften und Sätze der Fourier-Transformationen	195
10.1	Vergleichende Zusammenstellung der Fourier-Transformationen	195
10.2	Zur umkehrbaren Eindeutigkeit der Abbildungen	198
10.3	Symmetrien und einige Sätze	203
10.3.1	Verschiebungssätze	203
10.3.2	Faltungssätze	206
10.4	Eigenschaften und weitere Sätze der kontinuierlichen Fourier-Transformation	209
10.4.1	Verhalten der Fourier-Spektren bei hohen Frequenzen	209
10.4.2	Differentiationssatz und Ähnlichkeitssatz	213
10.4.3	Unmöglichkeit eines exakt zeit- und bandbegrenzten Signals	215

10.5	Kontinuierliche Fourier-Transformation einiger Leistungssignale	216
10.5.1	Gleichsignal und Sinusschwingungen	216
10.5.2	Signumfunktion und Sprungfunktion	218
10.5.3	Integrationssatz	220
10.5.4	Abtastfunktion und Dirac-Kamm	221
11	Korrelationsfunktionen, Energiedichten und Leistungsdichten	223
11.1	Korrelationsfunktionen zeitkontinuierlicher Energiesignale	224
11.1.1	Kreuzkorrelationsfunktion	224
11.1.2	Autokorrelationsfunktion und Energiedichtespektrum	225
11.2	Korrelationsfunktionen zeitkontinuierlicher Leistungssignale	228
11.2.1	Korrelationsfunktionen periodischer Leistungssignale	229
11.3	Korrelationsfunktionen zeitdiskreter Signale	230
12	Hilbert-Transformation und analytisches Signal	233
12.1	Hilbert-Transformation als Kausalitätsforderung	233
12.2	Diskussion der Hilbert-Transformation	235
12.3	Notwendige und hinreichende Kausalitätsbedingung	237
12.4	Analytische Signale	238
12.5	Modulation als Anwendung analytischer Signale	242
12.6	Übertragung komplexwertiger Signale	245
13	Lineare zeitvariante Übertragungssysteme	251
13.1	Statische lineare zeitvariante Übertragungssysteme	252
13.2	Der Doppler-Effekt	254
13.3	Ein einfaches Mobilfunk-Kanalmodell	257
13.4	Dynamische zeitdiskrete lineare zeitvariante Übertragungssysteme	259
13.5	Dynamische zeitkontinuierliche lineare zeitvariante Übertragungssysteme	263
13.6	Signalübertragung im Frequenzbereich bei zeitvarianten Übertragungssystemen	265
14	Nichtlineare Übertragungssysteme	267
14.1	Statische nichtlineare Übertragungssysteme ohne Gedächtnis	267
14.2	Statische nichtlineare Übertragungssysteme mit Gedächtnis	271
14.3	Zeitdiskrete dynamische nichtlineare Systeme	272
14.3.1	Das quadratische Teilsystem	274
14.3.2	Das kubische Teilsystem	276
14.4	Zeitkontinuierliche dynamische nichtlineare Übertragungssysteme	277
14.5	Frequenzverhalten dynamischer nichtlinearer Übertragungssysteme	278
Anhang	279
1.	Eulersche Formel	279
2.	Schwarz-Ungleichungen	280
Literaturverzeichnis	283
Namen- und Sachverzeichnis	285