

Inhaltsverzeichnis

Teil I Analoge Transformationen

1	Fourier-Reihe (FR)	3
1.1	Einführung	3
1.2	Reelle Fourierreihen	4
1.2.1	Grundbegriffe	4
1.2.2	Berechnung der reellen Fourierkoeffizienten	5
1.2.3	Amplitudenspektrum	9
1.3	Komplexe Fourierreihen	14
1.3.1	Grundlagen	14
1.3.2	Berechnung der komplexen Fourierkoeffizienten	15
1.4	Aufgaben zur Fourierreihe (Ergebnisse im Anhang)	18
2	Fourier-Transformation (FT)	21
2.1	Übergang von der Fourierreihe zum Fourierintegral	21
2.2	Definition der Fouriertransformation	24
2.3	Inverse Fouriertransformation	24
2.4	Eigenschaften der Spektralfunktion	25
2.5	Reelle Form der Fouriertransformation	26
2.6	Beispiele zur Fouriertransformation	28
2.7	Aufgaben zur Fouriertransformation	34
3	Laplace-Transformation (LT)	37
3.1	Definition der Laplace-Transformation	37
3.2	Inverse Laplace-Transformation	40
3.3	Transformationsregeln	51
3.3.1	Laplace-Transformierte elementarer Zeitfunktionen	51
3.3.2	Additionssatz	55
3.3.3	Verschiebungssatz	58
3.4	Die Delta-Funktion $\delta(t)$	65
3.4.1	Ausblendeigenschaft der δ -Funktion	66

3.4.2	Laplace-Transformierte der Deltafunktion	68
3.4.3	δ -Funktion als verallgemeinerte Ableitung der Sprungfunktion	69
3.4.4	Dämpfungssatz	70
3.5	Partialbruchzerlegung	73
3.5.1	Bildfunktion mit nur einfachen, reellen Polen	73
3.5.2	Bildfunktion mit mehrfachen, reellen Polen	76
3.5.3	Bildfunktionen mit einfachen, komplexen Polstellen	79
3.6	Faltungssatz	83
3.7	Inverse Laplace-Transformation durch Reihenentwicklung der Bildfunktion	86
3.8	Integrationssatz für die Originalfunktion	90
3.9	Differentiationssatz für die Originalfunktion	95
3.9.1	Differentiationssatz der verallgemeinerten Ableitung einer Originalfunktion	98
3.10	Grenzwertsätze	102
3.10.1	Anfangswertsatz	102
3.10.2	Endwertsatz	103
3.11	Differentiationssatz für die Bildfunktion	104
3.12	Integrationssatz für die Bildfunktion	107
4	Anwendungen der Laplace-Transformation	111
4.1	Lösen von linearen, gewöhnlichen Differentialgleichungen	111
4.2	Lösen von Systemen gewöhnlicher Differentialgleichungen	118
4.3	RCL – Netzwerke	126
4.4	Übertragungsverhalten von linearen Netzwerken	142
4.4.1	LTI – Systeme	142
4.4.2	Impulsantwort und Sprungantwort	143
4.4.3	Übertragungsfunktion	143
4.4.4	Pol–Nullstellenplan einer echt gebrochen, rationalen Bildfunktion	154
4.4.5	Stabilität von linearen Systemen	157
4.4.6	Übertragungsfunktion und Frequenzgang	158
4.4.7	Ausgangssignal bei impulsförmig, periodischer Anregung	163
4.5	Lineare, partielle Differentialgleichungen	174
5	Zusammenschaltung von LTI-Systemen	179
5.1	In Reihe geschaltete Systeme	180
5.2	Parallel geschaltete Systeme	183
5.3	Rückgekoppelte Systeme	184
5.4	Elementare Übertragungsglieder	186

5.5	Arbeiten mit Block-Diagrammen	188
5.5.1	Von der Netzwerkgleichung zum Block-Diagramm	188
5.5.2	Vom Block-Diagramm zur Netzwerkgleichung und Übertragungsfunktion	190
5.6	Stabilisierung durch Rückkopplung.	194
5.7	Versetzen von Strukturelementen in Blockschaltbildern	196
5.7.1	$G(s)$ über eine Additionsstelle vorwärts schieben	196
5.7.2	$G(s)$ über eine Additionsstelle rückwärts schieben.	197
5.7.3	$G(s)$ über eine Verzweigungsstelle vorwärts schieben.	198
5.7.4	$G(s)$ über eine Verzweigungsstelle rückwärts schieben.	198
5.7.5	Rückkopplungskreis zusammenfassen	198
5.8	Aufgaben zu Abschn. 5	198

Teil II Diskrete Transformationen

6	Diskrete Fourier Transformation (DFT)	203
6.1	Diskrete Funktionen und Signale.	203
6.2	Diskretisierung der Frequenzvariablen	206
6.3	Bedeutung der Frequenzen	208
6.4	Die Rücktransformation.	211
6.5	Periodische Fortsetzung des Signals $x[k]$	214
6.6	Eigenschaften der DFT	216
6.6.1	Symmetrieeigenschaften	216
6.6.2	Linearität	220
6.7	Fast Fourier Transform (FFT)	220
6.8	Einheitenbehaftete Signale.	223
6.9	Die Zweidimensionale DFT.	224
6.9.1	Die Definition der Zweidimensionalen DFT und IDFT	225
6.9.2	Interpretation	226
6.10	Aufgaben zur DFT	228
7	Die z-Transformation (ZT)	231
7.1	Diskrete Funktionen und Signale.	231
7.2	Definition der z-Transformation	233
7.3	Eigenschaften der z-Transformation	233
7.4	Abbildung der s-Ebene auf die z-Ebene	234
7.5	z-Transformation elementarer Signalfolgen	235
7.5.1	Sprungfolge	235
7.5.2	Deltaimpuls	235
7.5.3	Verschobener Deltaimpuls.	236
7.5.4	Exponentialfolge	236
7.5.5	Rechteckimpuls der Länge N.	237
7.5.6	Folge der abgetasteten cos-Funktion	238

7.6	Sätze zur z – Transformation	239
7.6.1	Linearität	239
7.6.2	Verschiebungssatz	239
7.6.3	Dämpfungssatz	240
7.6.4	Multiplikationssatz im Zeitbereich	240
7.6.5	Faltungssatz	240
7.6.6	Differenzenbildung	241
7.6.7	Summenbildung	241
7.6.8	Periodische Abtastfolge	241
7.7	Methoden der Rücktransformation	246
7.7.1	Inverse z -Transformation (ZT^{-1})	246
7.7.2	Praktische Methoden der Rücktransformation	246
7.8	Diskrete LTI-Systeme	249
7.8.1	Lineare Differenzengleichungen mit konstanten Koeffizienten	249
7.8.2	Übertragungsfunktion $G(z)$	250
7.8.3	Frequenzspektrum $F(\omega)$	253
7.8.4	Systemstabilität	254
7.8.5	Pol-Nullstellen-Plan (PN-Plan)	255
7.9	Blockdiagramme diskreter LTI – Systeme	258
7.9.1	Reihen-Schaltung diskreter Teilsysteme	258
7.9.2	Parallel-Schaltung diskreter Teilsysteme	259
7.9.3	Rückgekoppelte diskrete Systeme	261
8	Anhang	265
8.1	Ergebnisse der Aufgaben	265
8.2	Eigenschaften der Deltafunktion	284
8.3	Sätze zur Laplace-Transformation	285
8.4	Korrespondenzen der Laplace-Transformation	286
8.5	Sätze zur z – Transformation	294
8.6	Korrespondenzen der z – Transformation	294
	Literatur	297
	Stichwortverzeichnis	299