

Inhalt

Vorwort.....	III
Formelzeichen und Symbole.....	IX
1 Z-Transformation	1
1.1 Definition und Vereinbarungen.....	1
1.1.1 Wege zur Z-Transformation.....	1
Laplace- und Z-Transformation.....	3
Diskrete Fourier- und Z-Transformation.....	5
1.1.2 Ein- und zweiseitige Z-Transformation	6
Kausalität.....	7
Konvergenz.....	7
1.2 Abbildung einfacher Signale.....	10
1.2.1 Elementarsignale	10
Sprungfunktion	10
Potenzfunktion.....	11
Exponentialfunktion	11
Harmonische Funktion	11
1.3 Rechenregeln und Sätze	12
1.3.1 Linearitätssatz.....	12
1.3.2 Verschiebungssätze	13
Verschiebungssatz-links für Schaltfunktionen	13
Verschiebungssatz-rechts für Schaltfunktionen	15
Verschiebungssatz-rechts für Nicht-Schaltfunktionen	16
1.3.3 Skalierung im z-Bereich.....	17
1.3.4 Differentiation	18
Differentiation mittels Vorwärtsdifferenzen	18
Differentiation mittels Rückwärtsdifferenzen	19
1.3.5 Integration	22
1.3.6 Faltung.....	24
1.3.7 Grenzwertsätze	26

Anfangswertsatz	26
Endwertsatz	26
1.4 Abbildung zusammengesetzter Signale	28
1.4.1 Zerlegung in Elementarsignale.....	28
1.4.2 Periodisch fortgesetzte Signale	33
2 Z-Rücktransformation.....	37
2.1 Umkehrintegral.....	37
2.2 Partialbruchentwicklung und Korrespondenztabelle	39
Anpassung von $F(z)$ an die Korrespondenztabelle.....	40
Nullstellenüberschuß	44
Polstellenüberschuß	46
2.3 Reihenentwicklung.....	47
2.4 Allgemeine Rekursionsformel.....	49
Differenzgleichungs-Methode	53
3 Systeme und Systemreaktionen	55
3.1 Diskrete Systeme.....	55
3.1.1 Kennfunktionen im z -Bereich	55
Einheitsimpuls, Gewichtsfolge.....	55
Übertragungsfunktion.....	57
3.2 Kontinuierliche Systeme	59
3.2.1 Kennfunktionen im z -Bereich	60
3.2.2 Getastete Systeme ohne Halteglied: Pulssysteme	61
3.2.3 Übertragungsmodell von Pulssystemen	62
Tastelement und Dirac-Funktion	62
Spektrale Betrachtung.....	66
3.2.4 Getastete Systeme mit Halteglied: Abtastsysteme	71
3.2.5 Übertragungsmodell von Abtastsystemen.....	72
Ergänzung: $G_{ges}(z)$ aus Übergangsfunktion.....	75
3.3 Systemreaktion auf ausgewählte Signale	77
3.3.1 Aperiodische Eingangssignale ($T_{\text{signal}} > T$).....	77
Kurze Rechteckimpulse ($T_{\text{signal}} < T$).....	78
3.3.2 Periodische nichtharmonische Eingangssignale	
($T_{\text{signal}} > T$)	81
3.3.3 Modifizierte Gewichtsfolge ($T_{\text{signal}} < T$).....	84
Modifizierte Übertragungsfunktion.....	87
Formierglied	88
3.4 Erweiterte Z-Transformation und kontinuierliche Systeme.....	92
Nutzung der Standard-Korrespondenzen.....	92
Berechnung von Zwischenwerten $a[(n+\epsilon)T]$	94
Listing: Zwischenwertberechnung	99
4 Pol-Nullstellen-Geometrie im z-Bereich.....	101
4.1 P-N-Pläne im z -Bereich	101

4.1.1	Pollage u. Stabilität	101
4.1.2	P-N-Geometrie von Systemen.....	102
	Polkoordinaten und Systemeinschwingvorgang.....	104
4.1.3	P-N-Geometrie von Signalen	106
4.2	Z-Übertragungsfunktion und Komplexer Frequenzgang	109
4.2.1	Ortskurve, Amplituden- und Phasengang	109
4.2.2	Graphische Konstruktion von Amplitudengang $ G $ und Phasengang φ aus Z-P-N-Plan	113
	Amplitudengang, graphisch.....	114
	Phasengang, graphisch	115
5	Systeme und Differenzengleichungen	119
5.1	Differenzengleichungen und z-Transformation	119
	Differenzen	119
	Differenzengleichungen.....	120
5.1.1	Lineare Differenzengleichungen mit konstanten Koeffizienten.....	120
	Elektrische Schaltungen und Differenzengleichungen.....	120
	Annäherung von Differentialgleichungen durch Differenzengleichungen.....	122
5.1.2	Lösungsmethoden für Differenzengleichungen im z-Bereich.....	124
	Typen von Differenzengleichungen: Ordinaten- und Differenzenform	124
	Offene Lösung im Zeitbereich.....	125
	Geschlossene Lösung im z-Bereich.....	127
5.2	Systembeschreibung mittels Differenzengleichungen	129
5.2.1	Z-Übertragungsfunktion aus Differenzengleichung.....	129
5.2.2	Differenzengleichung aus z-Übertragungsfunktion	136
5.2.3	Übergang von kontinuierlichen zu diskreten Systemen.....	137
	Methode der Impuls-Invarianz	138
	Methode der Rückwärtsdifferenzen.....	140
	Methode der Bilinear-Transformation.....	144
6	Ausgewählte Numerische Verfahren.....	149
6.1	Zur Wahl der Tastperiodendauer.....	149
	Abtasttheorem für gefensterete Funktionen	152
	Betrachtung im Frequenzbereich.....	156
	Kurze Signale	157
6.2	Periodischer Schalter.....	158
	Aufstellen der Differenzengleichung für die Kondensatorspannung	160
	Berechnung von Zwischenwerten	162
	Listing: Periodischer Schalter.....	164

6.3	Zur Systemsynthese mittels Differenzgleichungen	165
	Entwurf eines diskreten Tiefpaß 2. Ordnung.....	166
	Auswirkung der Periodizität von Frequenz-	
	Kennfunktionen	175
6.4	Treppenförmige Eingangssignale.....	180
	Das Übertragungsmodell	181
6.5	Z-Transformation und inverse Laplace-Transformation.....	184
7	Aufgabensammlung	189
7.1	Übungsaufgaben.....	189
7.1.1	Z-Transformation	189
7.1.2	Z-Rücktransformation	190
7.1.3	System-Kennfunktionen, Systemreaktion.....	191
7.1.4	Übertragungsmodell, Z-P-N-Plan	192
7.1.5	Differenzgleichungen u. Z-Transformation.....	193
7.1.6	Differenzgleichungen u. System-Funktionen	194
7.1.7	Systeme mit Rückführung	195
7.1.8	Kontinuierliche Systeme mit diskreter Rückführung	196
7.2	Lösungen der Übungsaufgaben.....	198
7.3	Lösungen der Kontrollfragen / -aufgaben	204
8	Rechnerprogramme	209
8.1	Z-Rücktransformation: z_rueck.m	209
	Listing des Programms z_rueck.m	211
8.2	Analyse diskreter Systeme: d_analys.m.....	214
	Listing des Programms d_analys.m.....	219
9	Anhang: Tabellen.....	231
9.1	Einige Elementarfunktionen.....	231
9.2	Ausgewählte Korrespondenzen und Sätze	232
9.2.1	Korrespondenzen zur Z-Transformation	232
9.2.2	Korrespondenzen zur Z-Transformation	233
9.2.3	Sätze zur Z-Transformation.....	234
9.2.4	Korrespondenzen zur L-Transformation	235
9.2.5	Sätze zur L-Transformation.....	236
9.2.6	Vergleichende Korrespondenzen im Z-, L- u. Zeitbereich.....	237
9.3	Anwendung der Z-Transformation auf diskrete / kontinuierliche	
	Systeme bei verschiedenen Signaltypen	238
9.4	System-Kennfunktionen.....	239
9.4.1	Zeitkontinuierliche Systeme.....	239
9.4.2	Zeitdiskrete Systeme	240
9.5	Polwinkel $\varphi = \omega_0 T$ und Zeitfunktion $f(nT)$	241
	Literaturverzeichnis	242
	Sachwortverzeichnis	245