
Lineare Abtastsysteme

von

Professor em. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. E. h. Otto Föllinger,
Universität Karlsruhe

5., durchgesehene Auflage

Mit 104 Bildern und 2 Tabellen

R. Oldenbourg Verlag München Wien 1993

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
1. Auftreten von Abtastvorgängen	13
2. Mathematische Beschreibung des Abtastvorgangs	31
3. Die z-Transformation	43
3.1 Definition und Beispiele	43
3.2 Rechenregeln der z-Transformation	53
3.2.1 Verschiebungsregeln	54
3.2.2 Dämpfungsregel	57
3.2.3 Differenzbildungs- und Summationsregel	60
3.2.4 Differentiationsregel für die Bildfunktion	63
3.2.5 Faltungsregel	64
3.2.6 Grenzwertsätze	69
3.3 z-Transformation spezieller Funktionstypen	73
3.3.1 z-Transformation rationaler Funktionen von s	73
3.3.2 z-Transformation rationaler Funktionen von e^{Ts} und Lösung von Differenzgleichungen	79
3.3.3 z-Transformation des Produktes einer rationalen Funktion von s mit einer rationalen Funktion von e^{Ts}	89
3.4 Ein allgemeiner Zusammenhang zwischen $F(s)$ und $F_z(z)$	90
3.5 Rücktransformation (Umkehrung der z-Transformation)	92
3.5.1 Problemstellung	92
3.5.2 Rücktransformation rationaler Funktionen von z	101
3.5.3 Weitere Möglichkeiten der Rücktransformation	105
4. Beschreibung von Abtastsystemen mittels der z-Transformation	114
4.1 Struktur von Abtastregelungen	114

4.2	Die z-Übertragungsfunktion	119
4.3	Beschreibung einer Abtastregelung mittels der z-Transformation	125
5.	Stabilität	137
5.1	Definition der Stabilität	137
5.2	Grundlegende Stabilitätskriterien	140
5.3	Stabilitätsverhalten zwischen den Abtastzeitpunkten	155
5.4	Algebraische Stabilitätskriterien	159
5.4.1	Charakter der algebraischen Stabilitätskriterien	159
5.4.2	Notwendige Bedingungen	161
5.4.3	Anwendung einer bilinearen Transformation	164
5.4.4	Das Kriterium von Schur-Cohn-Jury	168
5.4.5	Das Reduktionsverfahren	171
5.4.6	Hinreichende Bedingungen	177
5.4.7	Stabilitätsungleichungen für Polynome niedrigen Grades	179
5.5	Das Wurzelortsverfahren in der z-Ebene	184
6.	Entwurf auf endliche Einstellzeit	194
6.1	Entwurfsziel und geometrisches Prinzip	194
6.2	Herleitung und Lösung der Synthesegleichungen	198
6.3	Berechnung des Reglers für endliche Einstellzeit	206
6.4	Anwendungsbeispiel: Umsetzvorgang eines Förderkorbs	213
6.5	Eigenschaften des Entwurfs auf endliche Einstellzeit	222
7.	Abtastsysteme im Zustandsraum	229
7.1	Die Zustandsgleichungen eines Abtastsystems	231
7.2	Lösung der homogenen Zustandsdifferenzgleichung und Stabilität von Abtastsystemen im Zustandsraum	240

7.3	Anwendung der z-Transformation auf die Zustandsgleichungen eines Abtastsystems	247
7.4	Struktur von Abtastregelungen im Zustandsraum	252
7.5	Entwurf auf endliche Einstellzeit und Steuerbarkeit von Abtastsystemen	257
7.6	Entwurf durch Eigenwertvorgabe (Polvorgabe)	279
7.7	Modale Regelung	290
7.8	Zustandsbeobachter und Beobachtbarkeit von Abtastsystemen	312
7.9	Das Separationstheorem	325
	 Übungsaufgaben mit Lösungen	 331
	Bücher zum Thema	377
	Sachwortverzeichnis	383