

---

# Digitale Regelkreise

---

Ein einfacher Einstieg mit dem Programm  $\mu$ LINSY

---

von

Dr. techn. Felix Gausch,

Dr. techn. Anton Hofer

Institut für Regelungstechnik

Technische Universität Graz

und

Univ.-Prof. Dr. techn. Kurt Schlacher

Institut für Regelungstechnik und

Elektrische Antriebe

Universität Linz

---

2., durchgesehene und korrigierte Auflage

Mit 75 Bildern, 9 Tabellen  
und einer Programmdiskette

R. Oldenbourg Verlag München Wien 1993

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Analoger Regelkreis — Digitaler Regelkreis</b>	<b>1</b>
1.1	Grundsätzliches über den Aufbau . . . . .	1
1.2	Idealisierungen . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Abtastsysteme und Differenzgleichungen</b>	<b>13</b>
2.1	Beispiel . . . . .	13
2.2	Grundsätzliches über Differenzgleichungen . . . . .	19
2.3	Numerische Lösung von Differenzgleichungen . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Die z-Transformation</b>	<b>29</b>
3.1	Wozu z-Transformation? . . . . .	29
3.2	Eine Herleitung der z-Transformation . . . . .	30
3.3	Beispiel zur z-Transformation . . . . .	36
3.4	Eigenschaften der z-Transformation . . . . .	39
3.5	Berechnung der z-Übertragungsfunktion . . . . .	45
<b>4</b>	<b>Stabilität linearer zeitinvarianter Abtastsysteme</b>	<b>49</b>
4.1	Definition der Stabilität . . . . .	49
4.2	Stabilitätskriterien . . . . .	50
4.3	Das Abbauverfahren . . . . .	57
4.4	Stabilität eines Abtastregelkreises . . . . .	60
<b>5</b>	<b>Der Frequenzgang eines Abtastsystems</b>	<b>65</b>
5.1	Der Frequenzgang kontinuierlicher Systeme . . . . .	66
5.2	Übertragung des Begriffes "Frequenzgang" auf Abtastsysteme . . . . .	67
5.3	Frequenzkennlinien für Abtastsysteme . . . . .	73
5.4	Der Frequenzgang abgetasteter kontinuierlicher Systeme	77
5.5	Einige Eigenschaften der q-Übertragungsfunktion . . . . .	80
<b>6</b>	<b>Das Frequenzkennlinienverfahren</b>	<b>83</b>
6.1	Das Syntheseproblem . . . . .	83
6.2	Kenngößen des geschlossenen Kreises . . . . .	85
6.3	Kenngößen des offenen Kreises . . . . .	88
6.4	Der Zusammenhang zwischen den Kenngößen des offenen und des geschlossenen Kreises . . . . .	90
6.5	Entwurfsbeispiele . . . . .	92

<b>7</b>	<b>Entwurf von Abtastregelkreisen mit Beschränkungen</b>	<b>107</b>
7.1	Berechnung der Betragsmaxima von Systemgrößen . . .	108
7.2	Festlegung der Aufgabenstellung . . . . .	115
7.3	Grafische Lösung mit Hilfe von BODE-Diagrammen . .	116
7.4	Beispiel 1 . . . . .	122
7.5	Erweiterung der Aufgabenstellung . . . . .	127
7.6	Beispiel 2 . . . . .	129
<b>8</b>	<b>Numerische Berechnung der z- bzw. q-Übertragungsfunktion</b>	<b>135</b>
8.1	Ermittlung der z-Übertragungsfunktion . . . . .	135
8.2	Bilineare Transformation . . . . .	141
<b>9</b>	<b>Realisierung digitaler Regler</b>	<b>145</b>
9.1	Vorbemerkungen und Einschränkungen . . . . .	145
9.2	Realer und idealer Regelkreis . . . . .	146
9.3	Spezielle Realisierungsformen . . . . .	149
9.4	Die Programme . . . . .	154
<b>A</b>	<b>Das Programm <math>\mu LINSY</math></b>	<b>161</b>
A.1	Einleitung und Installationshinweise . . . . .	161
A.2	Ein erster Streifzug durch das Programm $\mu LINSY$ . . .	163
A.3	Objekttypen des Programms $\mu LINSY$ . . . . .	173
A.4	Prinzipielle Arbeitsweise von $\mu LINSY$ . . . . .	181
A.5	Liste der Befehle und Funktionen . . . . .	188
A.6	$\mu LINSY$ Eingaben für die Entwurfsbeispiele . . . . .	193
	<b>Literatur</b>	<b>201</b>
	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>203</b>