

# Inhaltsverzeichnis

<b>Wichtige Formelzeichen</b> .....	10
<b>1. Adaptive Systeme — Einführung, Grundlagen</b> .....	13
1.1. Einführung in die Problemstellung .....	13
1.2. Definition, Wirkungsweise und Klassifizierung .....	17
1.2.1. Definition und Wirkungsweise .....	17
1.2.2. Klassifizierung .....	21
1.3. Entwurf .....	25
1.3.1. Zielstellung .....	25
1.3.2. Entwurf — Überblick, prinzipielle Vorgehensweise .....	27
1.3.2.1. Allgemeine Bemerkungen zum Entwurf .....	27
1.3.2.2. Adaptivgesetz, Entwurfsprinzipien .....	27
1.3.2.3. Einschätzung der Entwurfsverfahren .....	28
1.3.2.4. Vergleich von Adaptivsystemen ohne und mit Vergleichsmodell .....	29
1.3.2.5. Allgemeine Vorgehensweise beim Entwurf .....	30
1.4. Gerätetechnische Realisierung .....	31
1.4.1. Allgemeines .....	31
1.4.2. Realisierung mit konventioneller Gerätetechnik .....	31
1.4.3. Realisierung mit Prozeß- und Mikrorechnern .....	33
<b>2. Analyse und Synthese nach Empfindlichkeitskriterien, Einordnung von Empfindlichkeit und Adaption</b> .....	35
2.1. Einführung in die Problemstellung .....	35
2.2. Adaption und Empfindlichkeit — zwei grundlegende Prinzipien zum Entwurf von unempfindlichen Automatisierungssystemen .....	35
2.3. Empfindlichkeitsfunktionen .....	38
2.4. Analyse .....	41
2.5. Synthese .....	43
2.6. Problemstellungen für spezielle Empfindlichkeitsuntersuchungen aus der Sicht des Entwurfs von Adaptivsystemen .....	46
<b>3. Adaptive Eingrößensysteme</b> .....	48
3.1. Einführung .....	48
3.2. Allgemeine Vorgehensweise beim Entwurf .....	50
3.3. Abgrenzung des Entwurfsproblems .....	50
3.4. Adaptivsysteme ohne Vergleichsmodell .....	51
3.4.1. Einführung .....	51
3.4.2. Identifikation .....	52

3.4.2.1.	Einleitende Bemerkungen .....	52
3.4.2.2.	Direkte Messung von Parametern .....	55
3.4.2.3.	Indirekte Messung von Parametern .....	55
3.4.2.4.	Parameterermittlung aus den Eingangs-, Ausgangs- und Zustandsvariablen eines Systems bei bekannter Differentialgleichung bzw. Übertragungsfunktion .....	55
3.4.2.5.	Parameteridentifikation durch feste Vergleichsmodelle .....	58
3.4.2.6.	Parameterermittlung durch selbststellende Modelle .....	59
3.4.2.7.	Rekursive Parameterschätzmethoden .....	73
3.4.2.8.	Ermittlung von natürlichen Güteindizes mit Extremalcharakteristik .....	76
3.4.2.9.	Ermittlung von Integralkriterien .....	76
3.4.2.10.	Ermittlung von Kenndatenindizes .....	76
3.4.2.11.	Struktur- und Parameterermittlung mit Hilfe von Korrelationsverfahren .....	77
3.4.2.12.	Struktur- und Parameterermittlung mittels selbststellender Modelle .....	78
3.4.3.	Entscheidungsprozeß .....	78
3.4.3.1.	Einleitende Bemerkungen .....	78
3.4.3.2.	Optimierungsverfahren .....	82
3.4.3.3.	Gradientenverfahren .....	85
3.4.3.4.	Spezielle Hinweise .....	86
3.4.4.	Modifikation .....	87
3.4.4.1.	Einleitende Bemerkungen .....	87
3.4.4.2.	Lösungsvarianten zur Realisierung der Modifikation .....	88
3.4.5.	Vorbemerkungen zum Entwurf von Adaptivsystemen ohne Vergleichsmodell .....	90
3.4.6.	Adaption mit offener Wirkungsschleife (Adaptivsteuerung) .....	90
3.4.6.1.	Grundlagen, Übersicht .....	90
3.4.6.2.	Adaption mit offener Wirkungsschleife und einfachem Entscheidungsprozeß (adaptive Störgrößenaufschaltung) .....	93
3.4.6.3.	Adaption bei Anwendung von Reglern mit variablem Kompensatoranteil .....	96
3.4.6.4.	Adaption bei Anwendung von Reglern mit Polvorgabe .....	101
3.4.6.5.	Adaption bei Anwendung von Dead-beat-Reglern .....	104
3.4.6.6.	Adaption bei Anwendung von PID-Reglern .....	109
3.4.6.7.	Adaption bei Anwendung von Minimalvarianzreglern .....	115
3.4.7.	Adaption mit geschlossener Wirkungsschleife (Adaptivregelung) .....	120
3.4.7.1.	Adaptivregelungen mit einem über das Grundsystem realisierten Entscheidungsprozeß .....	120
3.4.7.2.	Adaptivregelungen mit einem Entscheidungsprozeß innerhalb des Signalwegs des Grundsystems (Extremwertregelungen) .....	144
3.4.8.	Spezielle Klassen von Adaptivsystemen ohne Vergleichsmodell .....	155
3.4.8.1.	Signaladaptive Systeme .....	155
3.4.8.2.	Strukturadaptive Systeme .....	156
3.4.8.3.	Adaptivsysteme mit hierarchischem Aufbau .....	159
3.4.9.	Stabilität von Adaptivsystemen ohne Vergleichsmodell .....	160
3.4.10.	Beispiele .....	162
3.4.10.1.	Adaptiver Zustandsregler .....	162
3.4.10.2.	Adaptiver Dead-beat-Regler .....	167
3.4.10.3.	Extremwertregelung zur automatischen Bragg-Winkelnachführung für die Lang-Topographie .....	171
3.4.10.4.	Verstärkungsadaption auf der Basis einer normierten Regelabweichung .....	179
3.4.10.5.	Adaptive Anfahrsteuerung einer Gasturbine .....	181
3.5.	Adaptivsysteme mit Vergleichsmodell (modelladaptive Systeme) .....	205
3.5.1.	Einführung .....	205
3.5.2.	Entwurf von modelladaptiven Systemen nach dem Gradientenverfahren .....	207
3.5.3.	Entwurf von modelladaptiven Systemen nach der direkten Methode von <i>Ljapunov</i> .....	210
3.5.4.	Entwurf von modelladaptiven Systemen nach der Methode der Hyperstabilität .....	214
3.5.5.	Beispiele .....	221

3.5.5.1. Berechnung eines modelladaptiven Regelungssystems nach dem Gradientenverfahren .....	221
3.5.5.2. Berechnung eines modelladaptiven Regelungssystems nach der direkten Methode von <i>Ljapunov</i> .....	223
<b>4. Entwicklungsstand adaptiver Systeme — aktuelle Probleme und Entwicklungstendenzen' ....</b>	<b>227</b>
4.1. Einleitung .....	227
4.2. Adaptive Mehrgrößensysteme .....	227
4.3. Robuste adaptive Systeme .....	231
4.4. Ausgewählte aktuelle Probleme — Entwicklungstendenzen .....	233
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>235</b>
<b>Sachwörterverzeichnis .....</b>	<b>243</b>