

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Formelzeichen	iv
1 Einleitung	1
2 Gesamtsystem zur automatisierten Inbetriebnahme	3
3 Identifikation der Mechanik	8
3.1 Mathematische Beschreibung der Regelstrecke	9
3.1.1 Stromgeregelter Antrieb	9
3.1.2 Mechanik	13
3.2 Anforderungen an die Parameteridentifikation	20
3.3 Sequentielle Identifikation wesentlicher Parameter und Kennlinien	22
3.4 Frequenzganganalyse	30
3.4.1 Spektralanalyse zur Bestimmung des Frequenzgangs	30
3.4.2 Bestimmung der Parameter eines Zweimassensystems	36
3.4.3 Bestimmung der Parameter eines Dreimassensystems	39
3.4.4 Experimentelle Ergebnisse	40
4 Systematische Analyse verschiedener Drehzahlregler	43
4.1 Konzept zur automatisierten Reglerauswahl	44
4.2 Kriterien zur Beurteilung der Regelgüte	48
4.2.1 Robustheit	48
4.2.1.1 Modifiziertes ITAE-Kriterium	49
4.2.1.2 Γ -Stabilität, Verschiebung dominanter Pole	53
4.2.2 Zusammenstellung aller Kriterien	54

5	Ausgewählte Reglerstrukturen	57
5.1	Anforderungen an die Regeleinrichtung	57
5.2	P-Regler mit Drehzahldifferenzaufschaltung	60
5.2.1	Reglerstruktur PDD	61
5.2.2	Nachbildung des Stromregelkreises unter Beachtung der Totzeit	63
5.2.3	Analyse verschiedener Störgrößenbeobachter	64
5.2.4	Erweiterung zum lagegeregelten System	69
5.2.4.1	Dimensionierung des Lagereglers	69
5.2.4.2	Sollprofile	70
5.2.4.3	Vorsteuerung	71
5.2.5	Messergebnisse	73
5.2.6	Aktive Schwingungsdämpfung trotz Stellgrößenbegrenzung	77
5.2.7	Einsatz eines Sperrfilters	78
5.3	PI-Regler mit Teilsystembeobachter	80
5.3.1	Reglerstrukturen PIODD und PIMDD	80
5.3.2	Teilsystembeobachter und Zustandsvariablenfilter	81
5.3.3	Messergebnisse PIMDD	84
5.4	Referenzmodellregelung	86
5.4.1	Reglerstruktur RMODR	86
5.4.2	Messergebnisse	89
5.5	Vollständiger PI-Zustandsregler	91
5.5.1	Reglerstruktur SSPI	91
5.5.2	Messergebnisse	93
5.6	Einflüsse der Nichtlinearitäten Lose und Reibung	95
5.7	Vergleich der Reglerstrukturen	104
6	Automatisierte Reglerauswahl	107
6.1	Bestimmung der Zeitkonstanten von Filter und Beobachter	110
6.2	Bestimmung der einzelnen Eignungszahlen	112
6.2.1	Gewichtung der Attribute - Einstellung der applikationsspezifischen Anforderungen	115
6.2.2	Berücksichtigung der Nichtlinearitäten	116
6.2.2.1	Eignung bezüglich Lose	117
6.2.2.1	Eignung bezüglich Reibung	118
6.3	Exemplarische Anwendung	120
6.3.1	Schwach gedämpfte Mechanik mit Lose und/oder Reibung	121
6.3.2	Globale Auswertung in der f_e - V_f -Ebene	132
6.4	Optimierung der Regelung	135
7	Reglerauswahl für eine Mechanik mit variablen Parametern	137
7.1	Identifikation	138
7.2	Reglerauswahl	140
7.3	Vergleich zwischen robustem und adaptivem Regler	143

7.3.1 Online-Identifikation des Summenträgheitsmoments mittels Erweitertem Kalman-Filter	144
7.3.2 Vergleich der Regler	147
8 Zusammenfassung	151
Anhang A Modellbildung, Identifikation	153
Anhang B Reglerentwurf, Reglerparameter	163
Anhang C Generische Ermittlung der Kennfelder	174
Anhang D Antriebsstände	176
Literatur	180