

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	IV
1 Einleitung	1
2 Beschreibung sekundär geregelter Hydromotorsysteme	6
2.1 Beschreibung realer Systeme	6
2.2 Nichtlineare Zustandsmodelle	9
2.2.1 Modell eines sekundär geregelten hydraulischen Systems mit einem Motor	9
2.2.2 Modell eines sekundär geregelten hydraulischen Systems mit mehreren Motoren	12
2.3 Problemstellung	13
3 Bilinearisierung sekundär geregelter Hydromotorsysteme	18
3.1 Bilineare Systeme	19
3.2 Bilineare Modellbildung für das hydraulische System mit einem Motor	22
3.2.1 Linearisierung des nichtlinearen Hydromotorsystems	22
3.2.2 Bilinearisierung des nichtlinearen Hydromotorsystems	24
3.3 Bilineare Modellbildung für das hydraulische System mit mehreren Motoren	25
4 Regelung bilinearer Systeme	28
4.1 Problemformulierung	28
4.1.1 Quadratische Zustandsrückführung	29
4.1.2 Globale Linearisierung nach Sommer (1979)	32
4.1.3 Globale Linearisierung bzw. Entkopplung nach Isidori (1989)	35
4.2 Modellfolgeregelung bilinearer Systeme	38
4.2.1 Zustandsregler für bilineare SISO-Systeme	39
4.2.2 Zustandsregler für bilineare MIMO-Systeme	42
4.3 Modifizierung der Modellfolgeregelung	46
4.4 Modellfolgeverfahren für analytisch lineare Systeme	47
4.5 Analyse der Modellfolgeregelung	49
5 Zustandsbeobachtung bilinearer Systeme	51
5.1 Einführende Übersicht	51
5.2 Struktur des zweistufigen Beobachters	53
5.3 Struktur des zweistufigen Beobachters mit robuster Eigenschaft	59
5.4 Algorithmus und Beispiel	61

6	Störgrößenbeobachtung für bilineare Systeme	66
6.1	Problemformulierung	66
6.2	Bilineare Störgrößenschätzung mit Hilfe eines Differenzierers	67
6.3	Störgrößenbeobachter für bilineare Systeme mit bekannten Zuständen	67
6.4	Zweistufiger bilinearer Störgrößenbeobachter	69
7	Regelung der Hydromotorsysteme	73
7.1	Regelungskonzepte für ein sekundärgeregeltes hydraulisches System mit einem Motor	73
7.1.1	Überprüfung des bilinearen Modells	74
7.1.2	Entwurf eines zweistufigen Zustandsbeobachters	75
7.1.3	Entwurf eines bilinearen Zustandsreglers	78
7.1.4	Störgrößenbeobachtung für das Hydromotorsystem	82
7.1.5	Experimentelle Untersuchung des kompletten Regelkonzeptes . .	83
7.2	Regelungskonzept für ein sekundärgeregeltes hydraulisches System mit zwei Motoren	87
7.2.1	Überprüfung des bilinearen Modells	88
7.2.2	Ein komplettes Regelungskonzept für das Mehrmotorensystem .	90
7.2.3	Experimentelle Untersuchung des kompletten Regelungskonzeptes	93
7.3	Diskussion der Meßergebnisse und Modifizierung der Modellfolgeregelung	96
8	Zusammenfassung und Ausblick	99
9	Literaturverzeichnis	102
Anhang		107
A	Nichtlineare Modelle der Hydromotorsysteme	107
A.1	Parameter des nichtlinearen Modells für das hydraulische System mit einem Motor	107
A.2	Parameter des nichtlinearen Modells für das Mehrmotorensystem . .	108
B	Bilineare Modelle der Hydromotorsysteme	109
B.1	Bilineares Modell für das hydraulische System mit einem Motor . . .	109
B.2	Bilineares Modell für das Mehrmotorensystem	109
C	Entwurf zweistufiger bilinearer Beobachter für das hydraulische System mit einem Motor	110
C.1	Berechnung und Algorithmus	110
C.2	Bilinearer Beobachter für das hydraulische System mit einem Motor .	115

C.3 Bilinearer Beobachter mit robuster Eigenschaft für das hydraulische System mit einem Motor	116
D Zustandsreglerauslegungen	117
D.1 Modellfolgeregelung für das hydraulische System mit einem Motor . .	117
D.2 PID_{TI} -Regler	117
D.3 Modellfolgeregelung für das MMS	118