

Dipl.-Ing. Frank Allgöwer, Wilmington

Näherungsweise Ein-/Ausgangs-Linearisierung nichtlinearer Systeme

Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-
und Regelungstechnik

Nr. **582**

Inhaltsverzeichnis

1	Einführende Übersicht	1
2	Exakte Ein-/Ausgangs-Linearisierung nichtlinearer Systeme	6
2.1	Reglerentwurf mittels exakter Zustands-Linearisierung	8
2.1.1	Prinzip der exakten Zustands-Linearisierung	8
2.1.2	Regelung eines Rührkesselreaktors durch exakte Zustands-Linearisierung	11
2.1.3	Einschätzung der exakten Zustands-Linearisierung	15
2.2	Reglerentwurf mittels exakter Ein-/Ausgangs-Linearisierung	17
2.2.1	Prinzip der exakten Ein-/Ausgangs-Linearisierung	17
2.2.2	Regelung einer Destillationskolonne durch exakte Ein-/Ausgangs-Linearisierung	23
2.2.3	Einschätzung der exakten Ein-/Ausgangs-Linearisierung	25
3	Nichtlinearitätsmaße — Ein Werkzeug zur Quantifizierung von Nichtlinearitäten	35
3.1	Definition eines Nichtlinearitätsmaßes	36
3.2	Berechnung des Nichtlinearitätsmaßes	38
3.2.1	Berechnung des Nichtlinearitätsmaßes durch konvexe Optimierung . .	38
3.2.2	Eine untere Schranke für das Nichtlinearitätsmaß	42
3.3	Analyse nichtlinearer Regelkreise durch Nichtlinearitätsmaße	45
3.4	Quantifizierung der Nichtlinearität eines Rührkesselreaktors	48
3.5	Einschätzung	53
4	Analyse näherungsweise Ein-/Ausgangs-linearisierender Regelungen mittels Nichtlinearitätsmaßen	55
4.1	Bestimmung der Linearisierungsgüte	56
4.2	Robustheitsuntersuchungen	57
4.3	Bestimmung der notwendigen Anzahl von Näherungstermen	58
4.4	Analyse näherungsweise Ein-/Ausgangs-linearisierender Zustandsrückführungen für einen nichtminimalphasigen Rührkesselreaktor	59

5	Synthese näherungsweise Ein-/Ausgangs-linearisierender Regelungen	66
5.1	Näherungsweise Ein-/Ausgangs-Linearisierung durch Minimierung von Nichtlinearitätsmaßen	68
5.1.1	Näherungsweise Ein-/Ausgangs-Linearisierung eines Membranreaktors	74
5.2	Näherungsweise Ein-/Ausgangs-Linearisierung nichtminimalphasiger Systeme	80
5.2.1	Eine Methode zur näherungsweise Ein-/Ausgangs-Linearisierung nichtlinearer Systeme mit instabiler Nulldynamik	83
5.2.2	Näherungsweise statische Ein-/Ausgangs-Linearisierung nichtlinearer Systeme mit instabiler Nulldynamik	94
5.2.3	Transformation der angeregten Nulldynamik	98
5.2.4	Existenz vereinfachender Transformationen	107
5.2.5	Zusammenfassung und Bewertung	112
5.2.6	Synthese näherungsweise Ein-/Ausgangs-linearisierender Zustandsrückführungen für einen nichtminimalphasigen Rührkesselreaktor . .	116
6	Zusammenfassung	130
A	Elemente der Differentialgeometrie	133
A.1	Die Lie-Ableitung	133
A.2	Der Lie-Klammer-Operator	133
A.3	Distributionen	134
B	Beweise	135
B.1	Beweis von Satz 2.6	135
B.2	Beweis von Satz 3.4	139
B.3	Beweis von Satz 3.6	141
C	Daten der Anwendungsbeispiele	142
C.1	Daten des Rührkesselreaktors zur Cyclopentenol-Synthese	142
C.2	Daten des Rührkesselreaktors mit autokatalytischer Hauptreaktion	142
C.3	Daten des Membranreaktors	142
D	Exakt zustands-linearisierende Rückführung für den Cyclopentenol-Reaktor	145