

Klaus Röbenack

Beitrag zur Analyse von
Deskriptorsystemen

Röbenack, Klaus:

Beitrag zur Analyse von Deskriptorsystemen

Von der Fakultät Elektrotechnik der Technischen Universität Dresden
zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktoringenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigte Dissertation

Eingereicht am: 15.01.1999

Eröffnung des Verfahrens: 18.01.1999

Tag der Verteidigung: 18.10.1999

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. habil. H. Schreiber

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Dr.rer.nat. K. J. Reinschke

Prof. Dr.rer.nat. habil. P. C. Müller

Prof. Dr.rer.nat. habil. V. Mehrmann

Berichte aus der Steuerungs- und Regelungstechnik

Klaus Röbenack

Beitrag zur Analyse von Deskriptorsystemen

Shaker Verlag
Aachen 1999

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Röbenack, Klaus:

Beitrag zur Analyse von Deskriptorsystemen / Klaus Röbenack.

- Als Ms. gedr. - Aachen : Shaker, 1999

(Berichte aus der Steuerungs- und Regelungstechnik)

Zugl.: Dresden, Techn. Univ., Diss., 1999

ISBN 3-8265-6795-1

Copyright Shaker Verlag 1999

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Als Manuskript gedruckt. Printed in Germany.

ISBN 3-8265-6795-1

ISSN 0945-1005

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Vorwort

Die vorliegende Dissertationsschrift entstand am Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie der Fakultät Elektrotechnik der Technischen Universität Dresden. Sie enthält wesentliche Ergebnisse meiner Arbeit zur Analyse regulärer und singulärer Deskriptorsysteme.

Meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr.rer.nat. K. J. Reinschke, gebührt besonderer Dank; er hat mein Interesse an der modernen, ausgeprägt mathematisch orientierten Regelungstheorie geweckt und mir beim Erstellen dieser Arbeit großzügige Unterstützung gewährt.

Aus Gesprächen mit meinen Arbeitskollegen habe ich manche Anregung geschöpft. Ich danke insbesondere Herrn Dr.-Ing. Dipl.-Math. G. Reißig, Herrn Dipl.-Ing. G. Wiedemann und Herrn Dipl.-Ing. U. Seidel für interessante Diskussionen. Herrn Dipl.-Ing. O. Michler, Herrn Dipl.-Ing. J. von Löwis und Herrn Dipl.-Ing. U. Potthoff danke ich für die angenehme Zusammenarbeit. Außerdem möchte ich mich bei Frau Dr.-Ing. K. Kelber und Herrn Dr.-Ing. M. Götz vom Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik für zahlreiche inspirierende Gespräche bedanken.

Dresden, im Januar 1999

Klaus Röbenack

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Strukturelle Analyse von Deskriptorsystemen	7
2.1	Matrizenscharen	8
2.2	Strukturmatrizen und Digraphen	9
2.3	Bestimmung der Jordan-Block-Struktur	13
2.4	Analyse regulärer Deskriptorsysteme	18
2.4.1	Regelungstechnische Interpretation der Weierstrass-Normalform	18
2.4.2	Verschiedene physikalische Anwendungsbeispiele	20
2.4.3	Impulssteuerbarkeit	26
3	Symbolische Analyse mit verallgemeinerten Inversen	31
3.1	Matrixentheoretische Grundlagen	34
3.2	Eingangs-Ausgangsverhalten singulärer Deskriptorsysteme	39
3.2.1	Verallgemeinerte Übertragungsfunktionen	39
3.2.2	Algebraische Eigenschaften der Übertragungsfunktionen	47
3.3	Modellmodifikationen bei singulären Deskriptorsystemen	54
3.3.1	Sicherung der Lösbarkeit	54
3.3.2	Regularisierung singulärer Deskriptorsysteme	59
3.4	Berechnung der Drazin-Inversen	63
3.5	Verwendung bipartiter Graphen	70
3.5.1	Bipartite Graphen	70
3.5.2	Verallgemeinerte Inverse	71
3.5.3	Algorithmische Aspekte	78
4	Vielfachheiten von Polstellen und Index singulärer Scharen	83
4.1	Moore-Penrose-Pseudoinverse	84
4.2	Drazin-Inverse	88
4.3	Gradüberschuß bei Übertragungsfunktionen	93
4.4	Index von Matrizen und singulären Matrizenscharen	97
5	Zusammenfassung	101
	Symbolverzeichnis	105
	Literatur	107