

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Literaturübersicht	2
1.3	Ziel und Aufbau der Arbeit	8
1.4	Das Projekt <i>TELMAN</i>	10
2	Modellbildung	13
2.1	Koordinatensysteme	15
2.2	Kinetische Energie	16
2.3	Potentielle Energie	18
2.4	Äußere Kräfte	18
2.5	Diskretisierung der Biegunsfunktionen	19
2.6	Generalisierte Koordinaten	20
2.7	LAGRANGE-Auswertung	21
2.8	Antriebe und Meßeinrichtungen	24
2.9	Reibung	24
2.10	Simulation des Modells	24
3	Reglerentwurf	33
3.1	Regelungsziele	33
3.2	Regelungskonzept	35
3.3	Aktive Dämpfung	37
3.4	Systemanalyse	39

3.4.1	Steuerbarkeit	40
3.4.2	Beobachtbarkeit	40
3.4.3	Stabilität	41
3.5	Formulierung des Entwurfsproblems	44
3.5.1	Ableitung der Regelungsstruktur	44
3.5.2	Parametrierung des Modells	49
3.6	Entwurfsdurchführung	51
3.6.1	Startreglerentwurf	51
3.6.2	Regleroptimierung mit VOMOSY	53
3.7	Reglerrealisierung	57
4	Versuchsergebnisse	59
5	Zusammenfassung	79
6	Literaturverzeichnis	81
A	Ableitung des Modells	87
A.1	Vektorbeschreibung	87
A.2	Geschwindigkeiten	89
A.2.1	Rohr 1	89
A.2.2	Körper 2	89
A.2.3	Rohr 2	90
A.2.4	Nutzlast	91
A.2.5	Berechnung der Geschwindigkeitsquadrate	91
A.3	Ableitung von Ansatzfunktionen	93
A.3.1	Ableitung nach dem Ort	93
A.3.2	Ableitung nach der Zeit	93
A.3.3	Integrale der Ansatzfunktionen	94
A.4	LAGRANGE-Auswertung	95
A.4.1	Translatorische Geschwindigkeit	95

A.4.2	Rotatorische Geschwindigkeit	95
A.4.3	Elastische Geschwindigkeiten	99
A.4.4	Ableitung nach den Positionen	103
A.4.5	Potentielle Energie	104
A.5	Systembeschreibungen der Betriebsfälle	104
A.6	Eigenwerte der Betriebsfälle	108
B	Vollständige modale Synthese	111
B.1	Die Theorie	111
B.2	Das Programmpaket VOMOSY	112
C	Programme	117
C.1	Reglerentwurf	118
C.2	Simulation	118
C.2.1	Implizites Integrationsverfahren nach GEAR	120
C.3	Regelungsprogramm	123
D	TELMAN Beschreibung	125
D.1	Roboter	125
D.2	Antriebe	127
D.3	Meßgeräte	128
D.3.1	Inkrementalgeber	129
D.3.2	Tachogenerator	129
D.3.3	Dehnungsmeßgeber	130
D.4	Prozeßrechner	132
D.5	Technische Daten	134
E	Formelzeichen	137