

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Zielsetzung	1
1.2 Gliederung	3
2 Rechnergestützter Entwurf von mechatronischen Systemen der Feinwerktechnik ..	5
2.1 Der Entwicklungskreislauf	5
2.2 Modellbildung mechatronischer Systeme	7
2.2.1 Das Strukturierungskonzept	7
2.2.2 Die Repräsentationsformen	9
2.2.3 Die Modellbeschreibungssprache DSL	12
2.2.3.1 Allgemeines	12
2.2.3.2 Modellbildungselemente	13
2.2.3.2.1 Basissysteme und Basissystemtypen	14
2.2.3.2.2 Gekoppelte Systeme und Typen von gekoppelten Systemen	15
2.2.3.2.3 Instanzen von Systemtypen	16
2.3 Die Entwurfswerkzeuge	17
3 Grundlegende Betrachtungen zum Entwurf von Aktoren in Impact-Matrixdruckern	19
3.1 Aufbau und Funktionsweise eines Impact-Matrixdruckers	19
3.2 Einsatz elektromechanischer Aktoren in Impact-Matrixdruckköpfen	22
3.2.1 Funktionsprinzipien / Aufbau und Ausführungsformen	22
3.2.1.1 Tauchankermagnetsystem	24
3.2.1.2 Klappankersystem	24
3.2.1.3 Stored-Energy-System	26
3.2.2 Charakteristische Systemmerkmale und Systemanforderungen	27
3.3 Entwicklungsstand und Literaturübersicht	29
3.3.1 Auslegung und Optimierung elektromagnetischer Kreise	29
3.3.2 Rechnergestützter Entwurf elektromechanischer Aktoren	30
3.3.3 Entwurf von Impact-Matrixdruckköpfen	32
3.3.4 Zusammenfassung und Resümee	34
4 Modellbildung elektromechanischer Aktoren	36
4.1 Allgemeines zum Modellbildungskonzept	36
4.1.1 Repräsentationsformen elektromechanischer Aktoren	37
4.1.2 Gesamtsystemanalyse auf physikalischer Repräsentationsebene	39
4.2 Teilsysteme und Modellierungsansätze	40
4.2.1 Elektronik	40
4.2.2 Elektromagnetik	43
4.2.2.1 Feldgleichungen und Lösungsansätze	44
4.2.2.2 FD-Berechnungsmodell und ausgewählte Ergebnisse	47
4.2.2.3 Reluktanzmodellansätze	53
4.2.2.4 Systembeschreibung mit gemessenen dynamischen Kennfeldern ..	59
4.2.3 Mechanik	69
4.2.3.1 Starrkörpermodelle	69
4.2.3.2 Elastische Teilkomponenten	70
4.2.3.3 Modellierung der Stoßvorgänge	75
4.3 Gesamtsystembeschreibung	78
4.4 Modellbibliothek Matrixdrucker	79

5 Digitale Simulation und Systemverhalten	80
5.1 Entwurfsablauf	80
5.2 Die Simulationsumgebung	80
5.2.1 Das Programmpaket SIMEX	80
5.2.2 Numerische Lösungsverfahren	81
5.2.2.1 Einschrittverfahren	82
5.2.2.2 Mehrschrittverfahren	84
5.2.2.3 Diskontinuitäten	84
5.3 Exemplarische Simulationsergebnisse	86
6 Optimierung des dynamischen Verhaltens elektromechanischer Aktoren	91
6.1 Einsatzbereiche von Optimierungsverfahren	91
6.1.1 Strukturoptimierungsverfahren	91
6.1.2 Optimierung dynamischer Systeme in Zustandsdarstellung	92
6.2 Rechnergestützte Optimierung physikalischer Systemparameter	93
6.2.1 Der interaktive Entwurfsprozeß	93
6.2.2 Die Optimierungsumgebung	94
6.2.3 Das Programmpaket OPIDEX	96
6.2.3.1 Simulator	96
6.2.3.2 Kenngrößenauswerter	97
6.2.3.3 Optimierungsverfahren	98
6.2.3.3.1 Skalare Optimierung	98
6.2.3.3.2 Vektorielle Optimierung	99
6.2.4 Parameteroptimierung von elektromechanischen Aktoren	101
6.2.4.1 Entwurfsziele	101
6.2.4.2 Exemplarische Optimierungsergebnisse	102
6.2.5 Zusammenfassung	107
6.3 Regelung elektromechanischer Aktoren	108
6.3.1 Stand der Technik	108
6.3.2 Reglerentwurf für linearisiertes System	109
6.3.3 Reglervalidierung mit Hilfe des Programmpakets SIMEX	110
6.4 Praktische Erprobung	114
6.4.1 Versuchsstand	114
6.4.2 Versuchsergebnisse	116
6.4.3 Kritische Wertung	117
7 Zusammenfassung und Ausblick	118
8 Anhang	120
8.1 Herleitung der Ansatzfunktionen für die mechanischen Ersatzmodelle	120
8.1.1 Elastisches Ankermodell	120
8.1.2 Elastisches Nadelmodell	121
8.2 Dokumentation Druckkopffmodell	124
9 Literaturverzeichnis	144