

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG	1
1.1 Motivation	1
1.2 Einordnung und Ziele der Arbeit	4
1.3 Aufbau der Arbeit	5
2 STAND DER TECHNIK BEI DEN ENTWURFSWERKZEUGEN FÜR MECHATRONISCHE SYSTEME	6
2.1 Stand der Technik im Bereich Modellbildung und Modellbeschreibung	7
2.1.1 Mathematisch normierende Systembeschreibung in <i>DSL</i>	7
2.1.2 Mehrstufige Systembeschreibung <i>O-DSS/O-DSL/DCS</i>	13
2.1.3 Andere objektorientierte Systembeschreibungen	15
2.1.3.1 <i>DYMOLA</i>	15
2.1.3.2 <i>OMOLA</i>	16
2.1.4 VHDL-A (VHDL-AMS)	16
2.2 Stand der Technik im Bereich der regelungstechnischen Datentypen, Schnittstellen und Datenformate	17
2.2.1 Matrix-Umgebungen	17
2.2.2 Core Data Model	18
2.2.3 <i>RSYST</i>	18
2.2.4 VDI/GMA Richtlinienentwurf	18
2.2.5 STEP	19
2.2.6 <i>Leperello</i>	20
2.3 Stand der Technik im Bereich CACSD Werkzeuge	20
2.3.1 Kommerzielle Programmpakete	20
2.3.1.1 <i>MATLAB</i>	20
2.3.1.2 <i>MATRIX_x</i>	22
2.3.2 CACSD-Werkzeuge aus dem Forschungs- und Entwicklungsumfeld	24
2.3.2.1 <i>GE MEAD</i>	24
2.3.2.2 <i>ECSTASY</i>	27
2.3.2.3 <i>ANDECS</i>	27
2.3.2.4 <i>Leperello</i>	28
2.3.2.5 Bisherige Implementierung von <i>CAMeL</i>	29
3 SPEZIFIKATION EINER OFFENEN INTEGRATIONSPLATTFORM FÜR KOOPERATIVE SOFTWAREKOMPONENTEN	31
3.1 Anforderungen aus dem Bereich Modellierung	31
3.2 Anforderungen an die Ausgestaltung als Offenes System	33
3.3 Anforderungen an die Art der Handhabung	36
4 KONZEPTION EINER OFFENEN INTEGRATIONSPLATTFORM FÜR KOOPERATIVE SOFTWAREKOMPONENTEN	38
4.1 Architekturansatz von <i>CAMeL</i>	38
4.2 <i>CAMeL</i> -Anwenderklassen	40
4.3 <i>CAMeL</i> -Geräte	43
4.3.1 Grundgedanken und Definition	43
4.3.2 Kriterien zur Modularisierung	44
4.3.3 Softwaretechnische Konzeption	46
4.4 Richtlinien für das eindeutig integrierbare <i>CAMeL</i> -Gerät	53

4.5 CAMEL-Experimente	57
4.5.1 Grundgedanken und Definition	57
4.5.2 Experimentbeschreibung	58
4.5.3 Interprozeßrelationen	59
4.5.4 Interprozeßkommunikation	61
5 IMPLEMENTIERUNG DER ENTWURFSUMGEBUNG	63
5.1 Randbedingungen der Implementierung	63
5.1.1 Plattformen	63
5.1.2 Programmiersprachen	63
5.1.3 Entwicklungssysteme für graphische Benutzeroberflächen	64
5.2 Prozeßabbildung der CAMEL-Geräte	66
5.2.1 Hauptprogramme	66
5.2.2 Ada-Tasking	67
5.3 Kommunikationsprotokoll der CAMEL-Geräte	68
5.4 Interprozeß-Kommunikationsmechanismen der CAMEL-Geräte	72
5.4.1 DDE (Dynamic Data Exchange)	72
5.4.1.1 Prinzipbeschreibung	73
5.4.1.2 Implementierungsbeschreibung	74
5.4.2 Pipes und Sockets	75
5.4.2.1 Prinzipbeschreibung	75
5.4.2.2 Implementierungsbeschreibung	77
5.4.3 Ada-Rendezvous-Konzept	78
5.5 Schnittstellen der CAMEL-Geräte	79
5.5.1 CAMEL-Device Configuration Types (PCT)	81
5.5.2 CAMEL-Device Input/Output Types (PIOT)	83
5.6 Experimente	86
5.7 CAMEL-Experimentbeschreibung	87
5.7.1 Skriptsprachen als Basis der Implementierung	87
5.7.2 Wege zur Einbettung, Modifikation und Erweiterung der ausgewählten Skriptsprache	89
6 CAMEL-GERÄTE	93
6.1 Ein CAMEL-Gerät zur Handhabung von DSL-Systemen	93
6.2 Ein CAMEL-Gerät zur linearen Analyse	96
6.2.1 Normaltransformation und Eigenwertanalyse (LINPREP)	97
6.2.1.1 CAMEL-Schnittstellen von LINPREP	98
6.2.2 Frequenzgang (LINFREQ)	98
6.2.2.1 Allgemeines zur Berechnung	98
6.2.2.2 Stützweitensteuerung	99
6.2.2.3 CAMEL-Schnittstellen von LINFREQ	101
6.2.3 Lineare Simulation (LINSIM)	101
6.2.3.1 Bemerkungen zur Berechnung	101
6.2.3.2 Bemerkungen zur Bedienung	102
6.2.3.3 CAMEL-Schnittstellen von LINSIM	103
6.2.4 Stochastische Analyse / Lyapunovgleichung (LINSTOCH)	103
6.2.4.1 Bemerkungen zur Berechnung	103
6.2.4.2 CAMEL-Schnittstellen von LINSTOCH	104
6.2.5 Riccati-Regler (LINRICC)	104
6.2.5.1 Bemerkungen zur Berechnung	104
6.2.5.2 CAMEL-Schnittstellen von LINRICC	105
6.2.6 Diskretisierung (LINDISC)	105
6.2.6.1 Bemerkungen zur Berechnung	105
6.2.6.2 CAMEL-Schnittstellen von LINDISC	107
6.3 Ein CAMEL-Gerät zur Generierung von Anregungs- und Testdaten	108
6.3.1.1 CAMEL-Schnittstellen des SIGNALGENERATORS	109

6.4 CAMEL-Geräte zur Datenvisualisierung	109
6.4.1 2D-PLOTTER	110
6.4.1.1 CAMEL-Schnittstellen des 2D-PLOTTERS	110
6.4.1.2 Funktionsüberblick	110
6.4.2 Eigenwert/Nullstellen-Plotter	111
6.4.2.1 Funktionsüberblick	111
6.4.2.2 CAMEL-Schnittstellen des EIGENWERT-PLOTTERS	111
7 DIE EXPERIMENTBESCHREIBUNGSSPRACHE CAMEL-EXP	112
7.1 Basismodule auf C-Basis	113
7.2 Klassenmodule auf Skriptbasis zur Geräte- und Experimentformulierung	115
8 ANWENDUNGSBEISPIELE: CAMEL-EXPERIMENTE	125
8.1 Anwendungen eigenentwickelter CAMEL-Geräte	125
8.1.1 Anwendungsbeispiel "Automatisiertes Folgefahren"	125
8.1.2 Streckenparameteranalyse durch Eigenwertbetrachtungen	126
8.1.3 Komplexe lineare Analyse	130
8.1.4 Nichtlineare Simulation	133
8.2 CAMEL-MATLAB-Anbindung	137
8.2.1 MATLAB-Server innerhalb eines CAMEL-Experimentes	138
8.2.2 CAMEL-Geräte als MATLAB-Toolboxen	139
8.3 Interaktive Lehrbücher	140
9 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	142
10 ANHANG	144
10.1 Numerikaspekte der CAMEL-Geräte	144
10.1.1 QR-Zerlegung zur Berechnung der Eigenwerte	144
10.1.2 Prinzip der Frequenzgangsberechnung	145
10.1.3 Berechnung der Transitionsmatrix	146
10.1.4 Berechnung der Rückführmatrix des Riccati-Reglers	148
11 LITERATUR	152