

Inhalt

1	Einleitung	13
1.1	Warum MATLAB / SIMULINK?.....	13
1.2	MATLAB- / SIMULINK-Versionen	14
1.3	Installation der Software.....	15
2	Start der Arbeit mit MATLAB	17
2.1	Grundlagen zum MATLAB-Desktop	17
2.2	MATLAB-Fenster.....	18
2.2.1	„Command Window“, das Befehlsfenster	19
2.2.2	„Current Directory“, das Arbeitsverzeichnis	20
2.2.3	„Workspace“, der Arbeitsbereich oder Arbeitsspeicher	20
2.2.4	„Command History“, die Chronik der Befehle	24
2.2.5	„Start“-Knopf.....	26
2.3	MATLAB-Hilfe und Beschreibungen der Befehle	26
3	Zahlen, Vektoren und Matrizen	33
3.1	Darstellung von Zahlen	33
3.2	Umrechnung von Zahlen	35
3.2.1	Runden von Nachkommazahlen	37
3.3	Definition von Variablen als Skalare, Vektoren oder Matrizen	38
3.3.1	Definieren von Variablen	38
3.3.2	Spalten- und Zeilenvektoren	39
3.3.3	Matrizen Werte zuordnen	41
3.3.4	Spezielle Matrizen	44
3.3.5	Größe eines Vektors oder einer Matrix.....	50
3.3.6	Maximal- und Minimalwerte bestimmen	51
3.3.7	Statistische Charakteristika bestimmen	52
4	Mathematische Berechnungen mit MATLAB	55
4.1	Grundrechenarten.....	55
4.2	Elementare mathematische Funktionen	59

4.3	Trigonometrische Funktionen	61
4.4	Relationale Operatoren	62
4.5	Logische Operatoren	63
4.6	Besonderheiten beim Rechnen mit Vektoren und Matrizen	66
4.6.1	Vektoraddition und -subtraktion	66
4.6.2	Transponieren einer Matrix oder eines Vektors	67
4.6.3	Invertieren einer quadratischen Matrix	68
4.6.4	Rang einer Matrix mit <code>rank</code>	69
4.6.5	Determinante einer quadratischen Matrix.....	69
4.6.6	Matrixmultiplikation	72
4.6.7	Multiplikation einer Matrix mit einem Skalar.....	74
4.6.8	Potenzieren einer Matrix.....	75
4.6.9	Vektor-Matrix-Produkt	76
4.6.10	Linke Matrixdivision (engl. „backslash division“)	76
4.6.11	Rechte Matrixdivision (engl. „slash division“)	77
4.7	Spezielle Matrixmanipulationen	78
4.7.1	Spezielle mathematische Befehle für Matrizen.....	78
4.7.2	Spezielle Teilbereiche einer Matrix extrahieren	79
4.8	Feldoperationen: Elementweise Verknüpfung von Vektoren	80
4.8.1	Elementweise Multiplikation (engl. „array multiply“)	80
4.8.2	Elementweise Division	82
4.8.3	Elementweises Potenzieren	83
5	Grafische Darstellungen von Funktionen	85
5.1	Einfache Grafiken und Diagramme mit <code>plot</code>	85
5.2	Grafikeigenschaften – „Figure Properties“	86
5.2.1	Farbpaletten auswählen mit <code>colormap</code>	87
5.2.2	„Figure Properties“ über die Befehlszeile definieren	88
5.2.3	„Properties“ direkt im Grafikfenster bestimmen	91
5.3	Mehrere Diagramme in einem Grafikfenster	98
5.3.1	Mehrere Kurven oder Diagrammtypen in einem Diagramm mit <code>hold</code> ...	98
5.3.2	Unterdiagramme in einem Grafikfenster mit <code>subplot</code>	99
5.4	Grafiktypen im zweidimensionalen Bereich	100
5.5	Grafiktypen im dreidimensionalen Bereich	110
5.6	Grafiken erzeugen mit dem „Plot Selector“	120

6	Programmieren in MATLAB	122
6.1	M-File-Editor	122
6.2	M-File-Varianten	128
6.3	„Blank M-Files“ – Einfache Befehlsfolgen	128
6.4	Kontrollstrukturen für die komplexere Programmierung	130
6.4.1	for-Schleife	130
6.4.2	while-Schleife	132
6.4.3	if-elseif-else-Verzweigung	134
6.4.4	switch-case-otherwise-Verzweigung	136
6.4.5	try-catch-Fehlerkontrolle	138
6.4.6	Weitere Befehle, die den Programmablauf beeinflussen	139
6.5	Nützliche Befehle für die Arbeit mit M-Files	141
6.6	„Function M-File“ – Funktionen in MATLAB	143
6.6.1	Kopfzeile einer Funktion (Syntax)	144
6.6.2	Aufbau einer Funktion	144
6.6.3	Verschachtelte Funktionen	145
6.7	„Class M-File“	145
7	„Control Toolbox“ –	
	Alles was man für die Regelungstechnik braucht	148
7.1	Eingabe der Übertragungsfunktion G_s eines Regelkreises	148
7.1.1	Befehl <code>tf</code>	149
7.1.2	Befehl <code>conv</code> zur Polynommultiplikation	150
7.2	Zusammenschaltung von Modellen (Signalflussplan-Algebra)	151
7.2.1	Reihen-, Serien- oder Ketten schaltung	151
7.2.2	Parallelschaltung	152
7.2.3	Übertragungsfunktion mithilfe der Laplace-Variablen s	153
7.2.4	Polform einer Übertragungsfunktion mit <code>zpk</code>	154
7.2.5	Befehl <code>feedback</code> zur Berechnung des geschlossenen Regelkreises – Führungsübertragungsfunktion	156
7.3	Grafische Darstellungsmöglichkeiten für Übertragungsfunktionen	157
7.3.1	Impulsantwort (Gewichtsfunktion) mit <code>impulse</code>	157
7.3.2	Sprungantwort (Übergangsfunktion) mit <code>step</code>	160
7.3.3	Bode-Diagramm (Frequenzgang) mit <code>bode</code>	162
7.3.4	Nyquist-Ortskurve mit <code>nyquist</code>	164
7.3.5	Nichols-Ortskurve mit <code>nichols</code>	166
7.3.6	Pol- und Nullstellendiagramm mit <code>pzmap</code>	167
7.3.7	Wurzelortskurve (WOK) mit <code>rlocus</code>	169

7.4	Charakteristika einer Übertragungsfunktion	170
7.4.1	Befehl <code>pole</code> zur Berechnung der Pole einer Übertragungsfunktion	170
7.4.2	Befehle <code>tzero</code> (engl. transmission zeros) und <code>zero</code> zur Berechnung der Nullstellen	171
7.4.3	Befehl <code>get</code> zur Ausgabe der Eigenschaften einer Übertragungsfunktion	171
7.4.4	Befehl <code>set</code> zum Setzen von Eigenschaften einer Übertragungsfunktion	174
7.4.5	Befehl <code>margin</code>	178
7.5	Einfacher Reglerentwurf mit MATLAB	180
7.5.1	Bestimmung des Verstärkungsfaktors K_V mit dem Bode-Diagramm	183
7.5.2	Bestimmung des Regel- oder Verstärkungsfaktors K_V mithilfe der Wurzelortskurve (WOK)	195
7.5.3	„SISO Design Tool“ zum Reglerentwurf – <code>sisotool</code>	198
7.5.3.1	Fenster „Architecture“	198
7.5.3.2	Fenster „Compensator Editor“	200
7.5.3.3	Fenster „Graphical Tuning“	201
7.5.3.4	Interaktives Grafikfenster „Design Plot“	202
7.5.3.5	Fenster „Analysis Plots“	209
7.5.3.6	Fenster „Automated Tuning“	209
7.5.3.7	SISO Design Task Node	211
7.5.3.8	„Control and Estimation Tools Manager“-Taskleiste	213

8	Einführung in die SIMULINK-Toolbox	215
8.1	Erste Schritte in SIMULINK	215
8.2	Wichtige Funktionen in der Menüleiste einer SIMULINK-Simulation	218
8.2.1	Menüpunkt „File“	219
8.2.2	Menüpunkt „Edit“	227
8.2.3	Menüpunkt „View“	229
8.2.4	Menüpunkt „Simulation“	231
8.2.5	Menüpunkt „Format“	231
8.2.6	Menüpunkt „Tools“	232
8.3	Kurzbeschreibung der Icons der Symbolleiste	239
8.4	Kurzbeschreibung der wichtigsten SIMULINK-Blöcke	240
8.5	Tipps & Tricks für Regelkreis-Simulationen	244
8.5.1	PI-Regler	245
8.5.2	PID-Regler	251
8.6	Tipps zur Auswertung grafischer Ergebnisse des <i>Scope</i>	256
8.6.1	Ändern der grafischen Darstellung im Bildbearbeitungsprogramm	256
8.6.2	Konfigurierbare Darstellung des <i>Scope</i> -Fensters über MATLAB	256

C	MATLAB-Befehlsliste für die Abbildungen der zweidimensionalen Grafikbeispiele in Abschnitt 5.4	258
B	MATLAB-Befehlsliste für die Abbildungen der dreidimensionalen Grafikbeispiele in Abschnitt 5.5	262
A	M-File zur Berechnung eines optimierten Reglers mithilfe des Bode-Diagramms und des margin-Befehls	266
	Literatur	269
	Index	271