

Inhalt

1	Einleitung	15
1.1	Warum MATLAB/SIMULINK?	15
1.2	MATLAB-/SIMULINK-Versionen	16
1.3	Installation der Software	18
2	Start der Arbeit mit MATLAB	21
2.1	Grundlagen zum MATLAB-Desktop	21
2.2	MATLAB-Fenster	23
2.2.1	„Command Window“, das Befehlsfenster	23
2.2.2	„Current Directory“, das aktuelle Arbeitsverzeichnis	24
2.2.3	„Workspace“, der Arbeitsbereich oder Arbeitsspeicher	25
2.2.4	„Command History“, die Chronik der Befehle	29
2.3	Funktionen der Menüleiste („ <i>Toolstrip</i> “)	31
2.4	MATLAB-Hilfe und Beschreibungen der Befehle	37
3	Zahlen, Vektoren und Matrizen	46
3.1	Darstellung von Zahlen	46
3.2	Umrechnung von Zahlen	48
3.3	Definition von Variablen als Skalare, Vektoren oder Matrizen	52
3.3.1	Definieren von Variablen	52
3.3.2	Spalten- und Zeilenvektoren	53
3.3.3	Matrizen Werte zuordnen	55
3.3.4	Spezielle Matrizen	58
3.3.5	Größe eines Vektors oder einer Matrix	64
3.3.6	Maximal- und Minimalwerte bestimmen	65
3.3.7	Statistische Charakteristika bestimmen	66
4	Mathematische Berechnungen mit MATLAB	70
4.1	Grundrechenarten	70
4.2	Elementare mathematische Funktionen	74
4.3	Trigonometrische Funktionen	76

4.4	Relationale Operatoren	77
4.5	Logische Operatoren	78
4.6	Besonderheiten beim Rechnen mit Vektoren und Matrizen	82
4.6.1	Vektoraddition und -subtraktion	83
4.6.2	Transponieren einer Matrix oder eines Vektors	83
4.6.3	Invertieren einer quadratischen Matrix	84
4.6.4	Rang einer Matrix mit <code>rank</code>	85
4.6.5	Determinante einer quadratischen Matrix	86
4.6.6	Matrixmultiplikation	88
4.6.7	Multiplikation einer Matrix mit einem Skalar	90
4.6.8	Potenzieren einer Matrix	92
4.6.9	Vektor-Matrix-Produkt	92
4.6.10	Linke Matrixdivision (engl. „backslash division“)	93
4.6.11	Rechte Matrixdivision (engl. „slash division“)	94
4.7	Spezielle Matrixmanipulationen	94
4.7.1	Spezielle mathematische Befehle für Matrizen	94
4.7.2	Spezielle Teilbereiche einer Matrix extrahieren	95
4.8	Feldoperationen: Elementweise Verknüpfung von Vektoren	97
4.8.1	Elementweise Multiplikation (engl. „array multiply“)	97
4.8.2	Elementweise Division	98
4.8.3	Elementweises Potenzieren	99

5 Grafische Darstellungen von Funktionen 101

5.1	Einfache Grafiken und Diagramme mit <code>plot</code>	101
5.2	Grafikeigenschaften – „Figure Properties“	103
5.2.1	Farbpaletten auswählen mit <code>colormap</code>	103
5.2.2	„Figure Properties“ über die Befehlszeile definieren	103
5.2.3	„Properties“ über die Menüleiste im Grafikfenster bestimmen	108
5.2.4	Grafikeigenschaften („Properties“) mit dem „Property Editor“ verändern	115
5.3	Mehrere Diagramme in einem Grafikfenster	117
5.3.1	Mehrere Kurven oder Diagrammtypen in einem Diagramm mit <code>hold</code> ...	118
5.3.2	Unterdiagramme in einem Grafikfenster mit <code>subplot</code>	118
5.4	Grafiktypen im zweidimensionalen Bereich	119
5.5	Grafiktypen im dreidimensionalen Bereich	130
5.6	Grafiken erzeugen über den Tab „PLOTS“ der Titelleiste	140

6	Programmieren in MATLAB	144
6.1	Editor	144
6.2	Varianten der Programmiervorlagen	153
6.3	„Script“ – Einfache Befehlsfolgen	154
6.4	Kontrollstrukturen für die komplexere Programmierung	156
6.4.1	for-Schleife	157
6.4.2	while-Schleife	159
6.4.3	if-elseif-else-Verzweigung	161
6.4.4	switch-case-otherwise-Verzweigung	163
6.4.5	try-catch-Fehlerkontrolle	165
6.4.6	Weitere Befehle, die den Programmablauf beeinflussen	166
6.5	Nützliche Befehle für die Programmierung unter MATLAB	169
6.6	„Function“ – Funktionen in MATLAB	174
6.6.1	Kopfzeile einer Funktion (Syntax)	174
6.6.2	Aufbau einer Funktion	175
6.6.3	Verschachtelte Funktionen	176
6.7	„Class“ – Objektklassen in MATLAB	177
7	„Control System Toolbox“ –	
	Alles was man für die Regelungstechnik braucht	179
7.1	Eingabe der Übertragungsfunktion G_s eines Regelkreises	180
7.1.1	Befehl <code>tf</code>	180
7.1.2	Befehl <code>conv</code> zur Polynommultiplikation	181
7.2	Zusammenschaltung von Modellen (Signalflussplan-Algebra)	182
7.2.1	Reihen-, Serien- oder Kettenschaltung	182
7.2.2	Parallelschaltung	183
7.2.3	Übertragungsfunktion mithilfe der Laplace-Variablen s	185
7.2.4	Polform einer Übertragungsfunktion mit <code>zpk</code>	186
7.2.5	Befehl <code>feedback</code> zur Berechnung des geschlossenen Regelkreises – Führungsübertragungsfunktion	187
7.3	Grafische Darstellungsmöglichkeiten für Übertragungsfunktionen	188
7.3.1	Impulsantwort (Gewichtsfunktion) mit <code>impulse</code>	189
7.3.2	Sprungantwort (Übergangsfunktion) mit <code>step</code>	191
7.3.3	Bode-Diagramm (Frequenzgang) mit <code>bode</code>	194
7.3.4	Nyquist-Ortskurve mit <code>nyquist</code>	196
7.3.5	Nichols-Ortskurve mit <code>nichols</code>	198
7.3.6	Pol- und Nullstellendiagramm mit <code>pzmap</code>	199
7.3.7	Wurzelortskurve (WOK) mit <code>rlocus</code>	201

7.4	Charakteristika einer Übertragungsfunktion	202
7.4.1	Befehl <code>pole</code> zur Berechnung der Pole einer Übertragungsfunktion	202
7.4.2	Befehle <code>tzero</code> (engl. transmission zeros) und <code>zero</code> zur Berechnung der Nullstellen	203
7.4.3	Befehl <code>get</code> zur Ausgabe der Eigenschaften einer Übertragungsfunktion	203
7.4.4	Befehl <code>set</code> zum Setzen von Eigenschaften einer Übertragungsfunktion	207
7.4.5	Befehl <code>margin</code>	211
7.5	Einfacher Reglerentwurf mit MATLAB	213
7.5.1	Bestimmung des Verstärkungsfaktors K_V mit dem Bode-Diagramm	216
7.5.2	Bestimmung des Regel- oder Verstärkungsfaktors K_V mithilfe der Wurzelortskurve (WOK)	228
7.5.3	„Control System Designer“ zum Reglerentwurf – <code>sisotool</code>	231
7.5.3.1	Tab „Control System“	232
7.5.3.2	Tab „ROOT LOCUS EDITOR“, „BODE EDITOR“ bzw. „NICHOLS EDITOR“	232
7.5.3.3	Tab „VIEW“	235
7.5.3.4	„Graphical Tuning“ – Grafische Methoden zur Regleroptimierung	235
7.5.3.5	„Automated Tuning“ – Automatisierte Regleroptimierung anhand vorgegebener Parameter	248

8 Einführung in die SIMULINK-Toolbox **252**

8.1	Erste Schritte in SIMULINK	252
8.2	Wichtige Funktionen in der Menüleiste einer SIMULINK-Simulation	258
8.2.1	Menüpunkt „File“	259
8.2.2	Menüpunkt „Edit“	267
8.2.3	Menüpunkt „View“	268
8.2.4	Menüpunkt „Display“	271
8.2.5	Menüpunkt „Diagram“	275
8.2.6	Menüpunkt „Simulation“	278
8.2.7	Menüpunkt „Analysis“	280
8.2.8	Menüpunkt „Code“	285
8.2.9	Menüpunkt „Tools“	285
8.3	Kurzbeschreibung der Icons der Symbolleiste („ <i>Toolbar</i> “)	286
8.4	Kurzbeschreibung der wichtigsten SIMULINK-Blöcke	287
8.5	Tipps & Tricks für Regelkreis-Simulationen	292
8.6	Tipps zur Auswertung grafischer Ergebnisse des <i>Scope</i>	305
8.6.1	Ändern der grafischen Darstellung im Bildbearbeitungsprogramm	305
8.6.2	Konfigurierbare Darstellung des <i>Scope</i> -Fensters über MATLAB	305

A	MATLAB-Befehlsliste für die Abbildungen der zweidimensionalen Grafikbeispiele in Abschnitt 5.4	308
B	MATLAB-Befehlsliste für die Abbildungen der dreidimensionalen Grafikbeispiele in Abschnitt 5.5	312
C	MATLAB-Programm zur Berechnung eines optimierten Reglers mithilfe des Bode-Diagramms und des <code>margin</code>-Befehls	316
	Literatur	319
	Index	321