
Horst Czichos

Mechatronik

Grundlagen und Anwendungen
technischer Systeme

3., überarbeitete und erweiterte Auflage

 Springer Vieweg

Inhaltsverzeichnis

Teil I Grundlagen

1	Technik und Mechatronik	3
1.1	Mechatronik in der Makro/Mikro/Nano-Technik	5
1.2	Mechatronik als Wissenschafts- und Technikgebiet	9
2	Technische Systeme	11
2.1	Systemtechnische Grundlagen	11
2.2	Funktion technischer Systeme	15
2.3	Struktur technischer Systeme	18
2.4	Systemeigenschaften	20
2.5	Funktionssicherheit und Strukturintegrität technischer Systeme	22
2.6	Technische Diagnostik und Condition Monitoring	25
3	Mechatronische Systeme	29
3.1	Modellbildung	30
3.2	Mechanik in mechatronischen Systemen	31
3.3	Elektronik in mechatronischen Systemen	35
3.4	Informatik in mechatronischen Systemen	40
3.5	Beschreibung mechatronischer Systeme	43
3.5.1	Modellierungsgrundlagen aus der Physik	43
3.5.2	Zeitbereich	44
3.5.3	Bildbereich	44
3.5.4	Zustandsraum	48
3.6	Gestaltung mechatronischer Systeme	50
3.6.1	Systemtechnische Gestaltungsgrundlagen	52
3.6.2	Funktionszusammenhang	52
3.6.3	Wirkzusammenhang	54
3.6.4	Bauzusammenhang	54
3.6.5	Systemzusammenhang	58
3.7	Entwicklungsmethodik Mechatronik	58

4	Regelung und Steuerung	65
4.1	Prinzipien der Regelung und Steuerung	66
4.2	Regelfunktionen und Regler-Module	69
4.3	Mehrgrößen-Regelung	72
4.4	Binäre Steuerungstechnik	73
4.5	Steuerung und Regelung mit Mechatronik	74
5	Messtechnik und Sensorik	77
5.1	Metrologische und messtechnische Grundlagen	78
5.1.1	Struktur der Messtechnik	78
5.1.2	Maßsystem	80
5.1.3	Metrologische Methodik der Messtechnik	82
5.1.4	Messunsicherheit und Messgenauigkeit	84
5.1.5	Instrumentelle Messunsicherheit und Kalibrierung	89
5.1.6	Messunsicherheitsbudget für Messfunktionen	90
5.1.7	Qualitätsmanagement im Mess- und Prüfwesen	91
5.2	Sensortechnische Grundlagen	93
5.2.1	Physikalische Sensoreffekte	93
5.2.2	Funktion und Kennzeichen technischer Sensoren	95
5.2.3	Messkette	97
5.2.4	Messstrategie der Sensorik	100
5.3	Sensorik geometrischer Größen	102
5.3.1	Längenmesstechnik	102
5.3.2	Faseroptische Sensorik	108
5.3.3	Dehnungsmessstreifen (DMS)-Technik	111
5.4	Sensorik kinematischer Größen	114
5.4.1	Positionssensorik (Wege, Winkel)	114
5.4.2	Geschwindigkeitssensorik	122
5.4.3	Beschleunigungssensorik	123
5.5	Sensorik dynamischer Größen	127
5.5.1	Kraftsensorik	127
5.5.2	Drehmomentsensorik	135
5.5.3	Drucksensorik	137
5.6	Sensorik von Einflussgrößen	139
5.6.1	Temperatursensorik	140
5.6.2	Feuchtesensorik	143
5.7	Mikrosensorik	145
5.8	Strukturintegrierte Sensorik	149
5.9	Cyber-physische Systeme	152

6	Aktorik	157
6.1	Elektromechanische Aktoren	158
6.1.1	Funktionsprinzipien elektromechanischer Aktoren	158
6.1.2	Elektromotoren als Aktoren	159
6.2	Piezoelektrische Aktoren	162
6.3	Fluidmechanische Aktoren	165
6.4	Thermomechanische Aktoren	169
6.5	Aktoreigenschaften und Kenndaten: Übersicht	173
6.6	Sensor-Aktor Prozessork	173
6.6.1	Sensor-Aktor-Signalverarbeitung	175
6.6.2	Anwendungsspezifische Signalverarbeitung	178
6.7	Adaptronik	179
6.8	Mikroaktorik	180

Teil II Anwendungen

7	Maschinenbau	189
7.1	Maschinenelemente	189
7.2	Mechatronischer Feder-Dämpfer-Modul	191
7.3	Tribologische Systeme	193
7.3.1	Mechatronisches Magnetlager	197
7.3.2	Automatisiertes Getriebe	200
7.4	Zustandsüberwachung von Maschinen	203
8	Positionierungstechnik und Robotik	207
8.1	Mechatronische Positionierungstechnik	207
8.2	Handhabungs- und Robotertechnik	208
9	Produktionstechnik	223
9.1	Mechatronik in Werkzeugmaschinen	224
9.2	Mikro-Produktionstechnologien	226
9.3	Mikrotechnologien für Sensoren und Aktoren	234
10	Gerätetechnik	237
10.1	Mikrosystemtechnik	237
10.2	Mechatronisches Gerät Waage	240
10.3	Mechatronisches Gerät Fotokamera	246
11	Audio-Video-Technik	253
11.1	Optische Datenspeicher	254
11.2	CD-Player und DVD-Player	257

12	Computertechnik	263
12.1	Magnetische Datenspeicher	264
12.2	Mechatronisches System Festplattenlaufwerk	265
12.3	Mikromechanik und Tribologie in Festplattenlaufwerken	266
12.4	Nano-Interface-Technologie in Festplattenlaufwerken	270
13	Fahrzeugtechnik	273
13.1	Funktion Fahren: Fahrdynamik und Fahrwerk	273
13.2	Funktion Lenken: Elektronisches Stabilitätsprogramm	278
13.3	Funktion Bremsen: Bremssysteme	284
13.4	Funktion Tasten: Distanzsensorik	289
13.5	Funktion Beleuchten: Adaptive Lichttechnik	290
14	Bauliche Infrastruktur	295
14.1	Zustandsüberwachung der baulichen Infrastruktur	296
14.2	Bauwerksüberwachung mit zerstörungsfreier Prüfung, Sensorik und Aktorik	298
14.2.1	Techniken zur Bauwerksüberwachung	299
14.2.2	Automatisierung der Infrastrukturüberwachung	302
14.2.3	Anwendungsbeispiel Hauptbahnhof Berlin	304
14.3	Bauwerksmonitoring	307
14.3.1	Verkehrsbauwerke	308
14.3.2	Windenergieanlagen	310
14.3.3	Aktive Bauwerke	311
14.4	Sensorik historischer Baustrukturen	311
14.5	Mechatronik in der Gebäudetechnik	315
15	Medizintechnik	321
15.1	Biosignale und Biosensorik	321
15.2	Medizinische Gerätetechnik	325
15.2.1	Blutdrucksensorik	326
15.2.2	Bildgebende Verfahren: Sonografie, Tomografie	329
15.3	Bioaktorik	334
	Bildnachweis	337
	Anmerkungen zur Literatur	339
	Literatur	341
	Sachverzeichnis	343