

Herbert Bernstein

Grundlagen der Mechatronik

mit 2 CD-ROM

2. Auflage

VDE VERLAG GMBH • Berlin • Offenbach

Inhalt

1	Grundlagen der Mechatronik	13
1.1	Vom Problem zur Lösung	14
1.2	Analysieren von Funktionszusammenhängen in mechatronischen Systemen	19
1.3	Herstellung mechatronischer Teilsysteme	23
1.4	Installieren elektrischer Betriebsmittel	32
1.5	Energie- und Informationsfluss in elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Baugruppen	52
1.6	Datenverarbeitungssysteme	57
1.7	Planung und Organisation von Arbeitsabläufen	70
1.8	Realisierung von mechatronischen Teilsystemen	86
1.9	Entwickeln und Herstellen mechatronischer Systeme	92
1.10	Informationsfluss in mechatronischen Systemen	105
1.11	Montage und Demontage	113
1.12	Inbetriebnahme und Fehlersuche	123
1.13	Instandsetzung von mechatronischen Anlagen	135
2	Grundlagen der Elektrotechnik	139
2.1	Arbeiten mit Messinstrumenten	141
2.1.1	Virtuelle Standard-Messgeräte	141
2.1.2	Virtuelle Labormessgeräte	145
2.1.3	Virtuelle Labormessgeräte für die Digitaltechnik	150
2.1.4	Virtuelle Analysemessgeräte	154
2.2	Strom, Spannung und Widerstand	155
2.2.1	Gleichspannung	155
2.2.2	Wechselspannung	158
2.2.3	Messungen mit dem Voltmeter	162
2.2.4	Messungen mit dem Ampermeter	165
2.2.5	Messungen mit dem Ohmmeter	167
2.3	Der einfache Stromkreis	169
2.3.1	Das ohmsche Gesetz	169
2.3.2	Ohmsche Widerstände	170
2.3.3	Leitungswiderstände	175
2.3.4	Temperaturabhängigkeit von Widerständen	177
2.3.5	Stromdichte	180

2.3.6	Reihenschaltung von Widerständen	185
2.3.7	Parallelschaltung von Widerständen	187
2.3.8	Gemischte Widerstandsschaltungen	190
2.3.9	Spannungsteiler	191
2.3.10	Einstellbarer Spannungsteiler	193
2.3.11	Vorwiderstand	196
2.4	Der erweiterte Stromkreis	197
2.4.1	Kenngrößen von Spannungsquellen	197
2.4.2	Reihen- und Parallelschaltung von Spannungsquellen	200
2.4.3	Messbereichserweiterung bei Spannungsmessern	202
2.4.4	Messbereichserweiterung bei Strommessern	204
2.4.5	Indirekte Messung von ohmschen Widerständen	205
3	Elektrotechnik in der Mechatronik	209
3.1	Spannungserzeugung	210
3.1.1	Elektromotor und Elektrogenerator	211
3.1.2	Frequenz, Kreisfrequenz und Wellenlänge	212
3.1.3	Messen von Spannungen	216
3.1.4	Addition von Wechselspannungen	217
3.1.5	Rechtecksignale	222
3.1.6	Sägezahnförmige Wechselspannungen	226
3.1.7	Scheitelfaktor und Formfaktor	227
3.1.8	Frequenz- und Phasenmessungen	230
3.1.9	Aufnahme von Kennlinien	235
3.2	Wechselstromschaltungen	237
3.2.1	Ohmscher Widerstand (Wirkwiderstand)	237
3.2.2	Kapazitiver Blindwiderstand	239
3.2.3	Induktiver Blindwiderstand	241
3.2.4	<i>RC</i> -Reihenschaltung	243
3.2.5	<i>RL</i> -Reihenschaltung	244
3.2.6	<i>RCL</i> -Reihenschaltung	246
3.2.7	<i>RC</i> -Parallelschaltung	249
3.2.8	<i>RL</i> -Parallelschaltung	251
3.2.9	<i>RCL</i> -Parallelschaltung	252
3.3	Wechselstromleistung und Blindleistungskompensation	254
3.3.1	Wirkleistung	256
3.3.2	Blindleistung	257
3.3.3	Scheinleistung	260
3.3.4	Blindleistungskompensation	264
3.4	Drehstrom	267

3.4.1	Sternschaltung	268
3.4.2	Dreieckschaltung	270
3.4.3	Simulation einer Sternschaltung mit ohmscher Belastung	271
3.4.4	Simulation einer Dreieckschaltung mit ohmscher Belastung	274
3.4.5	Drehstromleistung	277
3.4.6	Blindstromkompensation für Drehstromnetze	279
3.5	Elektrische Leitungen	282
3.5.1	Mechanischer Aufbau von Leitungen	282
3.5.2	Spannungsfall an Wechselstromleitungen	283
3.5.3	Leitungen in Drehstromnetzen	286
3.6	Elektrische Arbeit und Energie	288
3.6.1	Allgemeine Leistungsmessung	289
3.6.2	Leistungsmessung bei Wechselstrom	292
3.6.3	Leistungsmessung bei Drehstrom	296
3.6.4	Leistungsfaktormessung	299
3.6.5	Wirkungsgrad	301
3.6.6	Elektrische Energie und Wärmemenge	303
4	Elektromotoren und Antriebsverfahren	307
4.1	Drehstrommotor	309
4.1.1	Wirkungsweise des Asynchronmotors	310
4.1.2	Schlupf, Moment und Drehzahl	315
4.1.3	Wirkungsgrad und Verluste	317
4.1.4	Magnetfeld	319
4.1.5	Motordaten und Typenschild	320
4.1.6	Belastungscharakteristik	323
4.1.7	Reluktanzmotor	327
4.2	Praxis der Antriebstechnik mit Drehstrommotoren	329
4.2.1	Drehstromantriebe mit einer oder mehreren festen Drehzahlen	329
4.2.2	Wärmeklassen	331
4.2.3	Bemessung aus Lastmoment, Schwungmasse und Schalthäufigkeit	334
4.2.4	Sanftanlauf und Sanftumschaltung	336
4.2.5	Mechanische Verstellgetriebe	339
4.2.6	Auswahl für ein Unterstellungsgetriebe	343
4.2.7	Bremsmotoren	348
4.3	Ansteuerung eines Drehstrommotors	351
4.3.1	Motorschutzrelais	351
4.3.2	Befehlsgeräte zur Steuerung von elektrischen Maschinen	355
4.3.3	Ansteuerung mit erhöhtem Sicherheitsanspruch	358
4.3.4	Selbsthalteschaltung	359

4.3.5	Schutzschaltung mit Redundanz	360
4.3.6	Schutz durch Positionsschalter	363
4.4	Gleichstromkleinstmotoren	368
4.4.1	Gleichstromkleinstmotoren mit eisenlosem Läufer	368
4.4.2	Mechanische Leistung	374
4.4.3	Wirkungsgrad	376
4.4.4	Anlauf unter Last	377
4.4.5	Auswahlkriterien für DC-Kleinstmotoren	380
4.4.6	Elektronik für die Motorregelung	382
4.4.7	Regelung von Gleichstromkleinstmotoren	386
4.5	Schrittmotoren	390
4.5.1	Aufbau und Wirkungsweise von Schrittmotoren	390
4.5.2	Drehmoment	395
4.5.3	Auflösungsverfahren bei Schrittmotoren	397
4.5.4	Steuerelektronik für Schrittmotoren	398
4.5.5	Unipolare und bipolare Treiber	400
4.5.6	Merkmale von Schrittmotoren	403
4.5.7	Haltemoment und Selbstthaltemoment	404
4.5.8	Dynamisches Moment und Abgabeleistung	406
4.5.9	Hohe Winkelgeschwindigkeiten und Beschleunigungsmethoden	408
4.5.10	Beschleunigungs- und Abbremsverhalten	410
4.5.11	Reduktionsgetriebe	411
5	Hydraulische und pneumatische Systeme in der Mechatronik	415
5.1	Aufbau einer hydraulischen Anlage	416
5.1.1	Druckerzeugung	417
5.1.2	Bauelemente	420
5.1.3	Steuern mit hydraulischen Ventilen	424
5.1.4	Richtungssteuerung von Zylindern	429
5.1.5	Beispiele hydraulischer Steuerungen	431
5.2	Pneumatische Systeme	433
5.2.1	Aufbau einer pneumatischen Anlage	435
5.2.2	Druckluftverteilung	437
5.2.3	Wartungseinheiten	440
5.2.4	Pneumatische Instrumentierung	444
5.2.5	Pneumatische Wegeventile	447
5.2.6	Wahl eines Druckluftmotors	449
5.2.7	Drehmoment und Drehzahl	451
5.2.8	Aufbau von Druckluftmotoren	453
5.2.9	Wirkungsweise von Druckluftmotoren	458

5.2.10	Betrieb von Druckluftmotoren	460
5.2.11	Motorsteuerung und -regelung	462
6	Mechatronische Simulationsmodelle	469
6.1	Stanzmaschine mit Transportband	471
6.2	Taktstraße mit zwei Bearbeitungsstationen	472
6.3	3-D-Roboter	475
7	Hinweise zu den beiden CD-ROM	477
7.1	Bezugsadressen	477
7.1.1	Zur CD 1	477
7.1.2	Zur CD 2	478
7.2	Wichtiger Hinweis	478
Stichwortverzeichnis	479