

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen der Elektrotechnik.	1
Rolf Martin	
1.1 Physikalische Grundgesetze und Definitionen.	1
1.1.1 Ladung	1
1.1.2 Spannung	2
1.1.3 Strom	3
1.1.4 Ohm'sches Gesetz	4
1.1.5 Widerstand	5
1.1.6 Arbeit und Leistung	7
1.1.7 Kirchhoff'sche Regeln	8
1.2 Gleichstromkreise mit linearen Komponenten	11
1.2.1 Zweipolquellen	11
1.2.2 Reihenschaltung von Widerständen	15
1.2.3 Parallelschaltung von Widerständen	16
1.2.4 Gemischte Schaltungen	17
1.2.5 Messung elektrischer Größen	27
1.3 Elektrisches Feld	32
1.3.1 Feldbegriff	32
1.3.2 Kondensator	34
1.3.3 Laden und Entladen von Kondensatoren	37
1.3.4 Energieinhalt des elektrischen Feldes	38
1.4 Magnetisches Feld	40
1.4.1 Feldbegriff	40
1.4.2 Kraftwirkungen im Magnetfeld	44
1.4.3 Materie im Magnetfeld	47
1.4.4 Magnetischer Kreis	51
1.4.5 Elektromagnetische Induktion	59
1.4.6 Selbstinduktion	65
1.4.7 Gegeninduktion	68

1.4.8	Ein- und Ausschalten von Stromkreisen mit Induktivitäten	71
1.4.9	Energieinhalt des magnetischen Feldes	72
1.5	Wechselstromkreise	74
1.5.1	Benennungen und Definitionen	74
1.5.2	Sinusförmige Ströme und Spannungen	77
1.5.3	Zeigerdiagramm.	80
1.5.4	Widerstand, Spule und Kondensator bei sinusförmigem Wechselstrom.	87
1.5.5	Wechselstromschaltungen von Widerstand, Spule und Kondensator	89
1.5.6	Blindstromkompensation	99
1.5.7	Schwingkreise	102
1.5.8	Ortskurven	109
1.5.9	Transformator.	111
1.6	Drehstrom	127
1.6.1	Entstehung der Dreiphasenwechselspannung	127
1.6.2	Generatorschaltungen	128
1.6.3	Verbraucher-Sternschaltung	131
1.6.4	Verbraucher-Dreieckschaltung	138
1.6.5	Stern-Dreieck-Umschaltung	140
1.6.6	Leistungsmessung	142
	Literatur.	146
2	Halbleitertechnik.	147
	Julian Endres, Rolf Martin und Jürgen Gutekunst	
2.1	Bauelemente.	147
2.1.1	Leitungsmechanismen	147
2.1.2	Dioden	157
2.1.3	Transistoren	166
2.1.4	Feldeffekttransistoren (FET)	175
2.1.5	Thyristoren und Triacs.	188
2.1.6	Optoelektronik.	192
2.2	Analoge integrierte Schaltungen	214
2.2.1	Operationsverstärker	214
2.2.2	Weitere analoge integrierte Schaltungen	218
2.2.3	DA- und AD-Wandler	221
2.3	Digitale integrierte Schaltungen	232
2.3.1	Logische Verknüpfungen und Schaltzeichen.	233
2.3.2	Logikfamilien.	236
	Literatur.	241

3 Leistungselektronik 243

 Jürgen Gutekunst

 3.1 Bauelemente der Leistungselektronik 243

 3.1.1 Passive Bauelemente 244

 3.1.2 Aktive Bauelemente 266

 3.2 Leistungselektronik in der Praxis 278

 3.2.1 Anwendung passiver Bauelemente 279

 3.2.2 Aktorsteuerung 282

 3.2.3 Brückenschaltungen 289

 3.2.4 Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) 297

 3.2.5 Spannungswandler 303

 Literatur 316

4 Elektrische Maschinen 317

 Joachim Kempkes

 4.1 Wirkungsprinzipien elektromechanischer Energiewandler 317

 4.1.1 Elektrodynamisches Prinzip 317

 4.1.2 Kräfte auf Grenzflächen 318

 4.1.3 Prinzipieller Aufbau rotierender elektrischer Maschinen 319

 4.2 Leistungsbilanz 323

 4.3 Ausführungsvarianten 324

 4.4 Ausnutzung und Baugröße 325

 4.5 Gleichstrommotor 331

 4.5.1 Prinzipieller Aufbau 332

 4.5.2 Aufbau des Ankers 333

 4.5.3 Kommutierung 335

 4.5.4 Induzierte Spannung und Drehmoment 337

 4.5.5 Betriebsverhalten 340

 4.5.6 Reihenschlussmaschine/Universalmotor 344

 4.5.7 Drehzahlverstellung des Universalmotors 346

 4.5.8 Typische Daten von Gleichstrommaschinen 348

 4.6 Synchronmotor 351

 4.6.1 Synchronmotor als elektronisch kommutierter Gleichstrommotor 352

 4.6.2 Wechselfelder und Drehfelder 357

 4.6.3 Drehfeldwicklungen 360

 4.6.4 Ersatzschaltbild und Zeigerdiagramm 363

 4.6.5 Drehmoment der Vollpolmaschine 365

 4.6.6 Permanent erregter Synchronservomotor 367

 4.6.7 Synchronmotoren mit Zahnspulenwicklung 371

 4.6.8 Reluktanzmotor 372

 4.6.9 Schrittmotoren 375

 4.6.10 Klauenpolgenerator („Lichtmaschine“) 376

4.7	Asynchronmotor	378
4.7.1	Bedeutung der Asynchronmaschine	378
4.7.2	Aufbau und Ersatzschaltbild	379
4.7.3	Stromortskurve der Asynchronmaschine	384
4.7.4	Drehmoment und Kloss'sche Formel	387
4.7.5	Drehzahlverstellung der Asynchronmaschine	389
4.7.6	Einphasen-Asynchronmotor	393
	Literatur	396
5	Antriebstechnik	397
	Joachim Kempkes	
5.1	Prozessbeeinflussung durch elektrische Antriebe	397
5.2	System „Arbeitsmaschine – Antriebsmaschine“	398
5.3	Betriebsarten	400
5.4	Bauformen, Schutzarten, Kühlung, Isolation	401
5.4.1	Bauformen	401
5.4.2	Schutzarten	402
5.4.3	Wärmeklassen und Kühlung	404
5.5	Wirkungsgradklassen	407
5.6	Optimale Getriebeübersetzung	408
5.6.1	Optimale Getriebeübersetzung ohne Drehzahl-Begrenzung	409
5.6.2	Optimale Getriebeübersetzung mit begrenzter Lastdrehzahl	411
5.6.3	Optimale Getriebeübersetzung mit begrenzter Motordrehzahl	413
5.7	Servoantriebe	414
5.7.1	Struktur und Komponenten eines Servoantriebs	416
5.7.2	Anforderungen	417
5.7.3	Sensoren	418
5.8	Aktorsysteme für Massenströme (Stellantriebe)	421
5.9	Generatorkonzepte für Windkraftanlagen	427
5.9.1	Grundlagen	427
5.9.2	Polumschaltbare Asynchrongeneratoren	429
5.9.3	Doppelt-gespeister Asynchrongenerator	430
5.9.4	Synchrongenerator	433
5.10	Elektrische Fahrzeugantriebe	434
	Literatur	440
6	Elektrische Energieversorgung	441
	Joachim Kempkes	
6.1	Energieerzeugung	441
6.1.1	Primärenergie	441
6.1.2	Belastungskurven	443
6.1.3	Kraftwerke	444

6.2	Energieübertragung	453
6.2.1	Übertragungssysteme	453
6.2.2	Drehstromnetze	454
6.2.3	Gleichspannungsnetze	455
6.2.4	Netzstrukturen	459
6.2.5	Verbundbetrieb	459
6.3	Schutzmaßnahmen	460
6.4	Niederspannungsschaltanlagen	465
	Literatur	468
7	Sensoren und Aktoren	469
	Ekbert Hering	
7.1	Sensoren	469
7.1.1	Grundlagen	469
7.1.2	Weg- und Positions-Sensoren	471
7.2	Aktoren	497
7.2.1	Hydraulische Aktoren	497
7.2.2	Pneumatische Aktoren	500
7.2.3	Piezo-Steller	500
7.3	Anschlusstechnik	504
7.3.1	Aktorstecker	504
7.3.2	Sensorstecker	505
7.3.3	Standardisierung der Steckerbelegung und die Vorteile	506
	Literatur	506
8	Feldbusse	507
	Jürgen Gutekunst	
8.1	Grundlagen zu Feldbussen	511
8.1.1	Topologie von Feldbussen	511
8.1.2	Allgemeine Anforderungen an Feldbussysteme	512
8.2	Standard-Feldbusse	513
8.2.1	Profibus	515
8.2.2	CAN-Bus/DeviceNet	518
8.2.3	AS-Interface	525
8.2.4	Interbus-S	527
8.2.5	CC-Link	530
8.3	Ethernet basierende Feldbusse	531
8.3.1	Grundlegendes zur Ethernet-Kommunikation	533
8.3.2	TCP/IP	540
8.3.3	ProfiNet	541
8.3.4	Ethernet/IP	544
8.4	IO-Link	546
	Literatur	552

9 Elektrische Messtechnik	553
Ekbert Hering	
9.1 Grundlagen	556
9.1.1 Definitionen und Begriffe	556
9.1.2 Einteilung elektrischer Messgeräte	559
9.1.3 Übersicht über die Darstellung der Messwerte	559
9.1.4 Messfehler, Genauigkeit und Empfindlichkeit	559
9.2 Messung von Spannung und Strom	566
9.2.1 Gleichstromkreis	566
9.2.2 Wechselstromkreis	569
9.2.3 Zeitlich veränderliche Spannungen	571
9.3 Messung von Widerständen	572
9.3.1 Messung Ohm'scher Widerstände im Gleichstromkreis	572
9.3.2 Messung von Blind- und Scheinwiderständen im Wechselstromkreis	574
9.4 Arbeitsmessung	576
9.5 Leistungsmessung	577
9.6 Zeit- und Frequenzmessung	579
9.6.1 Elektronischer Zähler	579
9.6.2 Zeit- und Frequenzmessung	580
Literatur	582
Lösungen der Übungsaufgaben	583
Stichwortverzeichnis	603