

1. Grundlagen elektromechanischer Energiewandler	1
Aufgabe A1.1: Magnetischer Eisenkreis	1
Aufgabe A1.2: Ruhinduktion.....	4
Aufgabe A1.3: Bewegungsinduktion.....	6
Aufgabe A1.4: Bewegter stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld....	9
Aufgabe A1.5: Drehstromsystem	15
Aufgabe A1.6: Faraday'sche Scheibe.....	20
Aufgabe A1.7: Ablenkagnet	25
Aufgabe A1.8: Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Homogenfeld	28
Aufgabe A1.9: Bewegungsinduktion in eine linear bewegte Spule im Homogenfeld	30
Aufgabe A1.10: Ruh- und Bewegungsinduktion in eine rotierende Spule	33
Aufgabe A1.11: Ruh- und Bewegungsinduktion als Sonderformen des allgemeinen Induktionsgesetzes.....	36
2. Wicklungen für Drehfelder in elektrischen Maschinen	43
Aufgabe A2.1: Felderregerkurve einer Drehstrom-Ganzloch- wicklung.....	43
Aufgabe A2.2: Wicklungsschema und Felderregerkurve einer Drehstrom-Zweischichtwicklung.....	44
Aufgabe A2.3: Drehstrom-Halbloch-Zweischichtwicklung.....	47
Aufgabe A2.4: Drehstrom-Halbloch-Einschichtwicklung	48
Aufgabe A2.5: Drehstrom-Bruchloch-Zweischichtwicklung mit ungeradem Bruchlochnennner	49
Aufgabe A2.6: Konzentrierte Drehstrom-Bruchloch- Zweischichtwicklung	51
Aufgabe A2.7: Drehstrom-Bruchloch-Zweischichtwicklung eines Rohrmühlenantriebs.....	53

3. Mathematische Analyse von Luftspaltfeldern.....	57
Aufgabe A3.1: Fourier-Analyse der Feldverteilung einer Drehstromwicklung	57
Aufgabe A3.2: Fourier-Analyse der Feldverteilung einer Käfigwicklung.....	59
Aufgabe A3.3: Fourier-Analyse der Rotor-Feldverteilung einer Permanentmagnet-Synchronmaschine	60
Aufgabe A3.4: Fourier-Analyse der Ständer-Feldverteilung eines Einphasen-Synchrongenerators.....	61
Aufgabe A3.5: Fourier-Analyse der Ständer-Feldverteilung einer dreisträngigen Sechszenen-Zweischicht-Bruchlochwicklung	63
Aufgabe A3.6: Fourier-Analyse der Ständer-Feldverteilung einer zweisträngigen Vierzenen-Einschicht-Ganzlochwicklung	65
Aufgabe A3.7: Fourier-Analyse der Ständer-Feldverteilung einer sechssträngigen Zwölfzenen-Einschicht-Ganzlochwicklung	66
Aufgabe A3.8: Fourier-Analyse der Ständer-Feldverteilung der Zahnpulenwicklungen $q = \frac{1}{2}$ und $q = \frac{1}{4}$	68
4. Induzierte Spannung und magnetische Kräfte in Drehstrommaschinen.....	71
Aufgabe A4.1: Drehstromwicklung eines Synchrongenerators.....	71
Aufgabe A4.2: Synchron-Einphasen-Bahngenerator	72
Aufgabe A4.3: Getriebeloser Synchron-Windgenerator	76
Aufgabe A4.4: Radialkraft auf die Nutenleiter einer Zweischichtwicklung	78
Aufgabe A4.5: Induzierte Spannung in eine Einschicht-Bruchlochwicklung	82
Aufgabe A4.6: Oberfelder-Streuziffer einer Zahnpulen-Wicklung	83
Aufgabe A4.7: Grobdimensionierung einer Drehfeldmaschine	86
Aufgabe A4.8: Spannungsinduktion in eine in Nuten liegende Spule..	87
5. Die Schleifringläufer-Asynchronmaschine.....	97
Aufgabe A5.1: Saugzuggebläse-Antrieb	97
Aufgabe A5.2: Kreisdiagramm mit Ummagnetisierungs- und Reibungsverlusten.....	98
Aufgabe A5.3: Antrieb für Schweranlauf.....	100
Aufgabe A5.4: Ossanna-Kreis und Schlupfgerade aus Messdaten....	103
Aufgabe A5.5: Betriebskennlinie einer Asynchronmaschine.....	108

Aufgabe A5.6: Vereinfachtes Ersatzschaltbild der Asynchronmaschine	113
6. Die Kurzschlussläufer-Asynchronmaschine.....	119
Aufgabe A6.1: Zentrifugen-Antrieb	119
Aufgabe A6.2: Antrieb für eine Holzverarbeitungsmaschine.....	123
Aufgabe A6.3: Zentralantrieb einer Spinnmaschine.....	126
Aufgabe A6.4: Energiesparmotor	128
Aufgabe A6.5: Kondensatormotor.....	129
Aufgabe A6.6: Dreieckschaltung eines Asynchronmotors.....	143
Aufgabe A6.7: Verluste in einer Asynchronmaschine	147
Aufgabe A6.8: Verlustbilanz einer Asynchronmaschine	148
7. Antriebstechnik mit der Asynchronmaschine.....	151
Aufgabe A7.1: Kesselspeisepumpen-Antrieb.....	151
Aufgabe A7.2: Grundwasser-Pumpenstation	152
Aufgabe A7.3: Tunnellüfter-Motor	155
Aufgabe A7.4: Bahnantrieb	157
Aufgabe A7.5: Elektroauto-Antrieb	160
Aufgabe A7.6: Blindleistungskompensation bei einer Asynchronmaschine.....	164
Aufgabe A7.7: Antriebsprojektierung mit einer Asynchron- maschine	166
Aufgabe A7.8: Asynchronmaschine als Aufzugsantrieb	169
Aufgabe A7.9: Asynchronantrieb für einen Hochgeschwindigkeits- Triebzug.....	172
Aufgabe A7.10: Blindleistungskompensation in einem Industrie- betrieb	173
Aufgabe A7.11: Pumpenantrieb bei schwankender Netzspannungsfrequenz	175
8. Die elektrisch erregte Synchronmaschine	181
Aufgabe A8.1: Diesel-Generator	181
Aufgabe A8.2: Wasserkraftwerk-Generator	184
Aufgabe A8.3: Flusskraftwerks-Generator.....	186
Aufgabe A8.4: Gebläse-Synchronmotor	190
Aufgabe A8.5: Synchronreaktanz eines Synchrongenerators.....	193
Aufgabe A8.6: Eigenbedarfs-Generator	196
Aufgabe A8.7: Umrichtergespeister Walzwerks-Synchronmotor	199
Aufgabe A8.8: Auslegungsdaten eines Turbogenerators	206

Aufgabe A8.9: Zeigerdiagramm und Kippmoment eines Turbogenerators	209
Aufgabe A8.10: Auslegungsparameter einer Lichtmaschine	211
Aufgabe A8.11: Synchrongenerator in einem Speicherwerk	215
Aufgabe A8.12: Synchrongenerator in einem Pumpspeicher- kraftwerk	217
Aufgabe A8.13: Parallel arbeitende Synchrongeneratoren.....	221
Aufgabe A8.14: Synchronmotor als Gebläseantrieb	223
Aufgabe A8.15: Synchronmotor versus Asynchronmotor	226
Aufgabe A8.16: Synchrongenerator und Blocktransformator	229
9. Permanentmagneterregte Synchronmaschinen	235
Aufgabe A9.1: Permanentmagnetmotor als Werkzeugmaschinen- antrieb	235
Aufgabe A9.2: Roboterantrieb.....	239
Aufgabe A9.3: Hi-Speed-Kompressor-Antrieb	244
Aufgabe A9.4: Entmagnetisierfestigkeit von Permanentmagneten	246
Aufgabe A9.5: Auslegungsmerkmale eines PM-Synchron- servomotors.....	251
10. Reluktanzmaschinen und Schrittmotoren.....	261
Aufgabe A10.1: Bemessung einer geschalteten Reluktanzmaschine .	261
Aufgabe A10.2: Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie einer geschalteten Reluktanzmaschine	264
Aufgabe A10.3: Drehmoment einer Synchron-Reluktanzmaschine...	266
Aufgabe A10.4: Zeigerdiagramm einer Synchron-Reluktanz- maschine	268
11. Gleichstromantriebe	271
Aufgabe A11.1: Gleichstrom-Hubwerkantrieb.....	271
Aufgabe A11.2: Elektrische Bremsmethoden für fremderregte Gleichstrommaschinen.....	274
Aufgabe A11.3: Gleichstromantrieb für ein Grubenfahrzeug	280
Aufgabe A11.4: Umformer-Antrieb	284
Aufgabe A11.5: Stromrichtergespeister Gleichstromantrieb.....	287
Aufgabe A11.6: Fremderregter Gleichstromantrieb	293
Aufgabe A11.7: Induzierte Ankerspannung	297
Aufgabe A11.8: Sechspolige Schleifenwicklung	301
Aufgabe A11.9: Kennlinie eines fremderregten Gleichstrommotors .	303
Aufgabe A11.10: Gleichstrom-Aufzugsmotor	305
Aufgabe A11.11: Fremderregter Gleichstromgenerator	307
Aufgabe A11.12: Fremderregter Gleichstrommotor	310

Aufgabe A11.13: Vierpoliger fremderregter Gleichstrommotor	313
Aufgabe A11.14: Kleiner fremderregter Gleichstrommotor	314
Aufgabe A11.15: Auslegungsparameter einer Gleichstrommaschine	317
Aufgabe A11.16: U-Boot-Gleichstrommaschine	320
Aufgabe A11.17: Gleichstrom-Nebenschlussmaschine	322
Aufgabe A11.18: Gleichstrommaschine an langer Leitung.....	325
Aufgabe A11.19: Permanentmagnetederregter Gleichstrommotor	326
12. Dynamik elektrischer Maschinen.....	331
Aufgabe A12.1: Einschalten einer Drosselspule	331
Aufgabe A12.2: Selbsterregung eines Synchrongenerators	335
Aufgabe A12.3: Mechanisch gebremster Auslauf einer rotierenden Maschine	341
Aufgabe A12.4: Asynchroner Schwungmassen-Hochlauf einer Asynchronmaschine	344
13. Dynamik der Gleichstrommaschine.....	347
Aufgabe A13.1: Permanentmagnetederregter Gleichstrommotor mit Chopper-Steuerung	347
Aufgabe A13.2: Die Selbsterregung der Nebenschluss-Maschine	351
Aufgabe A13.3: Generatorisches Bremsen eines Reihenschluss-Motors auf einen Bremswiderstand.....	353
Aufgabe A13.4: Ankerstromverlauf bei B6C-Speisung	359
Aufgabe A13.5: Hochlauf eines kleinen Gleichstrommotors	364
Aufgabe A13.6: Kurzschlussbremsung eines Universalmotors.....	368
14. Raumzeigerrechnung und bezogene Größen	379
Aufgabe A14.1: Nullspannungssystem in der Ständerwicklung eines Synchrongenerators.....	379
Aufgabe A14.2: Spannungsraumzeiger und Nullspannungssystem bei Umrichterspeisung	381
15. Dynamik der Asynchronmaschine	385
Aufgabe A15.1: Abschalten einer dreiphasigen Asynchron- maschine	385
Aufgabe A15.2: Stromspeisung einer blockierten Asynchron- maschine	388
Aufgabe A15.3: Asymmetrische Spannungsspeisung der Ständerwicklung bei angeschlossenem Sternpunkt ..	391
Aufgabe A15.4: Asymmetrische Spannungsspeisung der Ständerwicklung bei isoliertem Sternpunkt	400

Aufgabe A15.5: Beanspruchung einer Asynchronmaschine bei Stoßkurzschluss und Sammelschienenumschaltung	405
16. Dynamik der Synchronmaschine	413
Aufgabe A16.1: Stoßkurzschluss bei einem Wasserkraftwerksgenerator	413
Aufgabe A16.2: Dynamische Reaktanzen einer Schenkelpolsynchronmaschine	415
Aufgabe A16.3: Feldorientierter Betrieb einer Permanentmagnet-Synchronmaschine	416
Aufgabe A16.4: Umrichtergespeister Permanentmagnet-Synchronmotor bei Stillstand	419
Aufgabe A16.5: Umrichtergespeister Hochleistungs-Synchronantrieb für Kompressoren.....	424
Aufgabe A16.6: Stator- und rotorseitige Anfangskurzschlusswechselströme	429
Aufgabe A16.7: Stoßkurzschlussstrom einer PM-Synchronmaschine	433
Aufgabe A16.8: Stoßkurzschlussmoment einer PM-Synchronmaschine	441
Aufgabe A16.9: Stromortskurve und allpoliger Stoßkurzschluss eines Synchron-Reluktanzmotors.....	447
Literatur	463
Monographien.....	463
Weiterführende Fachbücher.....	464
Beitragswerke	469
Zeitschriftenbeiträge	469
Konferenzbeiträge	481
Dissertationen, Habilitationen	484
Druckschriften	488
Sachverzeichnis	489