

Inhalt

- Vorwort 5
- 1 Entwicklungsgeschichte der Elektrotraktion..... 13
- 2 Energiebedarf unterschiedlicher Transportsysteme 21
- 3 Mechanische Antriebsgrundlagen 29
 - 3.1 Rotation und Translation 29
 - 3.2 Vierquadrant-Betrieb 35
 - 3.3 Optimaler Hochlauf..... 38
- 4 Elektrische Energiespeicher..... 43
 - 4.1 Öffentliches Netz 43
 - 4.2 Mechanische Energiespeicher 45
 - 4.3 Elektrostatische Energiespeicher 47
 - 4.4 Elektrochemische Energiespeicher 48
 - 4.5 Brennstoffzellen..... 50
 - 4.6 Solarzellen..... 51
- 5 Elektrische Maschinen 53
 - 5.1 Gleichstrommaschine..... 54
 - 5.1.1 Fremderregte Gleichstrommaschine..... 55
 - 5.1.2 Universalmotor/Gleichstromreihenschlussmaschine 60
 - 5.2 Drehstromtransformator..... 64
 - 5.2.1 Aufbau und Wirkungsweise des Transformators 65
 - 5.2.2 Ersatzschaltbild des Transformators 67
 - 5.2.3 Zeigerdiagramm des Transformators 70
 - 5.2.4 Bestimmung der Parameter des Transformators 72
 - 5.3 Drehstrom-Asynchronmaschine..... 77
 - 5.3.1 Aufbau und Wirkungsweise der Asynchronmaschine..... 78
 - 5.3.2 Einphasiges Ersatzschaltbild der Asynchronmaschine..... 83
 - 5.3.3 Zeigerdiagramm der Asynchronmaschine 85
 - 5.3.4 Stromortskurve der Asynchronmaschine 86
 - 5.3.5 Drehzahl-Drehmoment-Kennlinien der Asynchronmaschine..... 90
 - 5.3.6 Feldorientierung der Asynchronmaschine 93

5.4	Drehstrom-Synchronmaschine	95
5.4.1	Aufbau und Wirkungsweise der Synchronmaschine.....	96
5.4.2	Einphasiges Ersatzschaltbild der Synchronmaschine	97
5.4.3	Vereinfachtes Zeigerdiagramm der Synchronmaschine	99
5.4.4	Stromortskurven der Synchronmaschine.....	101
5.4.5	Drehzahl-Drehmoment-Kennlinien der Synchronmaschine.....	104
5.5	Lineare Drehstrommaschinen	106
5.5.1	Konventionelle Asynchronlinearmaschine	107
5.5.2	Gekrümmte Kurzstator-Asynchronlinearmaschine.....	114
5.5.3	Vollstator-Asynchronlinearmaschine	122
6	Vierquadrant-Stromrichtergeräte	129
6.1	Netzgeführte Stromrichterstellglieder.....	130
6.1.1	Einphasiger Umkehrstromrichter.....	130
6.1.2	Einphasiger Direktumrichter	136
6.2	Selbstgeführte Stromrichterstellglieder	138
6.2.1	Vierquadrant-Gleichstromsteller	139
6.2.2	Vierquadrant-Frequenzumrichter.....	144
6.2.3	Drehstrom-Wechselrichter.....	146
6.3	Stromrichter in der Elektrotraktion.....	159
7	Drehzahl-Drehmoment-Regelung.....	161
7.1	Klassische Kaskadenstruktur.....	161
7.1.1	Drehmomentregelung	164
7.1.2	Drehzahlregelung	170
7.1.3	Positionsregelung	173
7.1.4	Analoger PI-Regler.....	176
7.1.5	Digitaler PI-Regler.....	179
7.2	Ankerstromregelung der Gleichstrommaschine	185
7.3	Feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine	190
7.3.1	Raumzeigerdarstellung	194
7.3.2	Hochlauf mit feldorientierter Regelung.....	199
7.4	Feldorientierte Regelung der Synchronmaschine	200
8	Antriebsbeispiele aus der Elektrotraktion	205
8.1	Elektrofahrzeuge mit Mehrmotorenantrieb.....	206
8.2	Elektrofahrzeuge mit Hybridantrieb	209
8.3	Spurgebundene Elektrofahrzeuge.....	211
8.3.1	Elektrische Eisenbahnen	213
8.3.2	Elektrische Straßenbahnen	216
8.3.3	Magnetschwebebahnen	217

8.4	Spurungebundene Elektrofahrzeuge	220
8.4.1	Elektro-Vierradfahrzeuge	221
8.4.2	Lenkradlose Elektrofahrzeuge	224
8.4.3	Elektro-Zweiradfahrzeuge	228
8.4.4	Elektro-Einradfahrzeuge	230
9	Dreiliterauto/ökologischer Fußabdruck	249
9.1	Energieverbrauch unterschiedlicher Transportsysteme	250
9.2	Das Dreiliterauto oder 80-MPG-Car	252
9.3	Der ökologische Fußabdruck	255
10	Dimensionierungsbeispiele aus der Elektrotraktion	259
10.1	Traktionsantrieb für ein Elektrofahrzeug	259
10.2	Fremderregte 40-kW-Gleichstrommaschine für die Traktion	263
10.3	Reihenschlussmotor einer Straßenbahn	268
10.4	Nennaten eines Drehstromtransformators	274
10.5	Stromortskurve einer Asynchronmaschine	277
10.6	Hochlauf eines Umkehrstromrichterantriebs	284
10.7	Elektronische Lichtmaschine für die Traktion	288
10.8	Frequenzumrichter gespeister Drehstromantrieb	293
10.9	Laden einer Traktionsbatterie aus einem Solarpanel	299
10.10	Energiemanagement für ein kleines City-Car	302
11	Testfragen zur Elektrotraktion	309
12	Verzeichnis der Formelzeichen	327
13	Fachausdrücke und ihre Übersetzungen	333
14	Literatur	353
14.1	Bücher	353
14.2	Patente	354
14.3	Fachaufsätze	355
14.4	Vorträge	361
14.5	Ausstellungen/Messen	361
14.6	Fernsehbeiträge/TV-Spots	363
14.7	Auszeichnungen	365
15	Stichwortverzeichnis	367