

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Grundlagen der Elektrotechnik</b> .....	<b>14</b>
2.1 Gleichstromnetzwerke .....	14
2.1.1 Hydraulisch-elektrische Analogiebetrachtung .....	16
2.1.2 Ohm'sches Gesetz, Knoten- und Maschenregel .....	21
2.1.3 Spannungs- und Stromquelle .....	33
2.1.4 Superposition .....	41
2.1.5 Knotenpotenzialverfahren .....	44
2.2 Elektrisches Feld .....	53
2.2.1 Elektrische Feldstärke und elektrischer Fluss .....	54
2.2.2 Kapazität .....	57
2.2.3 Feldeffekt-Transistor .....	61
2.3 Magnetisches Feld .....	64
2.3.1 Magnetischer Fluss und magnetischer Kreis .....	65
2.3.2 Induktionsgesetz und Selbstinduktivität .....	75
2.3.3 Kraftwirkungen im Magnetfeld .....	83
2.4 Wechselstromnetzwerke .....	88
2.4.1 Darstellung im Zeitbereich .....	89
2.4.2 Komplexe Wechselstromrechnung .....	91
2.4.3 Netzwerke an veränderlicher Frequenz .....	98
2.4.4 Schein-, Wirk- und Blindleistung .....	102
2.5 Nichtharmonische periodische Signale .....	104
2.5.1 Fourier-Analyse und Spektrum .....	104
2.5.2 Fourier-Transformation .....	107

---

2.6	Transiente Vorgänge	109
2.6.1	Analyse transienter Vorgänge im Zeitbereich	110
2.6.2	Laplace-Transformation	114
2.7	Literatur	120
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Modellbildung</b>	<b>121</b>
3.1	Mechanische Strukturen	121
3.1.1	Einmassenschwinger	122
3.1.2	Zweimassenschwinger	127
3.1.3	Beschreibung in modalen Koordinaten	130
3.2	Thermalanalyse	133
3.2.1	Grundlagen der Thermalanalyse	133
3.2.2	Thermische Mehrkörpersysteme	136
3.3	Elektrochemische Energiespeicher und Wandler	140
3.3.1	Akkumulatoren	140
3.3.2	Brennstoffzelle	143
3.4	Literatur	144
<b>4</b>	<b>Simulation mechatronischer Systeme</b>	<b>145</b>
4.1	Modellbildung	146
4.2	Systemidentifikation und messtechnische Validierung	152
4.3	Ingenieurwissenschaftliche Softwarewerkzeuge	156
4.3.1	MATLAB	157
4.3.2	Simulink	165
4.3.3	MATLAB-/Simulink-Kurzreferenz mit Beispielen	169
4.4	Literatur	176
<b>5</b>	<b>Elektrische Antriebstechnik</b>	<b>178</b>
5.1	Gleichstrommaschine	179
5.1.1	Permanentmagnetisch erregte Gleichstrommaschine	180
5.1.2	Elektronisch kommutierte Gleichstrommaschine	192
5.2	Drehfeldmaschinen	202
5.2.1	Vom Drehstrom zum Drehfeld	202
5.2.2	Asynchronmaschine	204
5.2.3	Synchronmaschine	212
5.3	Bewegungswandler und Antriebsanpassung	219
5.3.1	Reihengesetzmäßigkeiten elektrischer Maschinen	219
5.3.2	Bewegungswandler	221

---

5.4	Workshop BLDC-Motor .....	226
5.4.1	Motorbetrieb .....	227
5.4.2	Bremsbetrieb .....	232
5.5	Literatur .....	233
<b>6</b>	<b>Ansteuerung elektrischer Antriebe .....</b>	<b>234</b>
6.1	Regelstrecke und Spannungssteuerung .....	235
6.2	Strom- und Momentenregler .....	237
6.3	Drehzahl- und Geschwindigkeitsregler .....	240
6.4	Feldorientierte Regelung .....	247
6.5	Positionsregler und Führungsgrößengenerierung .....	254
6.6	Workshop Antriebssimulation .....	257
6.6.1	Spannungsgesteuerter DC-Motor .....	258
6.6.2	DC-Motor mit PI-Drehzahlregelung .....	261
6.6.3	DC-Motor mit kaskadierter Lageregelung .....	263
6.6.4	DC-Motor mit elastisch angekoppelter Last .....	265
6.6.5	Lagegeregelter Servoachse mit elastischer Last .....	268
6.7	Literatur .....	271
<b>7</b>	<b>Elektrifizierte Fahrzeugantriebe .....</b>	<b>272</b>
7.1	Fahrzeug-Längsmodell .....	273
7.1.1	Prinzipieller Aufbau des Längsmodells .....	273
7.1.2	Zugkraft und Lastmodell .....	276
7.1.3	Antriebsstrangmodell .....	278
7.1.4	Fahrermodell und Lastzyklus .....	281
7.1.5	Implementierung in Simulink .....	285
7.2	Elektrifizierte Traktionsantriebe .....	291
7.2.1	Antriebskennlinie .....	292
7.2.2	Reichweitenabschätzung .....	293
7.2.3	Analytische Verbrauchsabschätzung .....	295
7.3	Hybridfahrzeuge .....	299
7.3.1	Betriebsarten von Parallelhybriden .....	301
7.3.2	Nachhybridisierung von Pkw .....	305
7.3.3	Hybridisierungspotenziale von Nutzfahrzeugen .....	309
7.4	Workshop elektrifizierte Ultraleicht-Fahrzeuge .....	317
7.5	Literatur .....	323
	<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>325</b>