Inhaltsverzeichnis

Einleitung 1

1 Grundlagen der Mechanik 6
- 1.1 Newton'sche Bewegungsgleichung 6
- 1.2 Trägheitsmoment 8
- 1.3 Wirkung einer Getriebe-Übersetzung 10
- 1.4 Leistung und Energie 11
- 1.5 Experimentelle Bestimmung des Trägheitsmomentes 13

2 Dynamik eines mechanischen Antriebes 15
- 2.1 Bewegungsgleichung eines starr gekoppelten Antriebs 15
- 2.2 Zwei-Achsen-Antrieb in Polarkoordinaten 18
- 2.3 Kennlinien verschiedener Motoren und mechanischer Lasten . . 20
- 2.4 Stabile und instabile Betriebspunkte 24

3 Integration der vereinfachten Bewegungsgleichung 27
- 3.1 Lösung der linearisierten Differentialgleichung 27
  - 3.1.1 Anlauf eines Motors mit Nebenschluß-Kennlinie 28
  - 3.1.2 Anfahren des Motors mit einem drehzahl-proportionalen Lastmoment 30
  - 3.1.3 Belastung eines leerlaufenden Motors 30
  - 3.1.4 Anfahren eines Gleichstrommotors durch stufenweises Kurzschließen eines Anlaß-Widerstandes 33
- 3.2 Analytische Lösung der nichtlinearen Differentialgleichung . . . 36
- 3.3 Numerische und graphische Integration 37

4 Thermische Effekte in elektrischen Maschinen 41
- 4.1 Leistungsverluste und Temperaturgrenzen 41
- 4.2 Erwärmung eines homogenen Körpers 42
- 4.3 Verschiedene Betriebsweisen eines Motors 46
  - 4.3.1 Dauerbetrieb 46
  - 4.3.2 Kurzzeitbetrieb 46
  - 4.3.3 Periodischer Aussetzbetrieb 47

5 Fremderregte Gleichstrommaschine 49
- 5.1 Einleitung 49
- 5.2 Mathematisches Modell der Gleichstrommaschine 52
- 5.3 Statische Kennlinien mit Anker- und Feld-Steuerung 54
  - 5.3.1 Ankersteuerung 55
  - 5.3.2 Feldsteuerung 56
  - 5.3.3 Kombinierte Anker- und Feldsteuerung 59

5.4 Dynamisches Verhalten eines Gleichstrommotors 61

6 Gleichstrommotor mit Reihenschluß-Feldwicklung 67
6.1 Blockschaltbild des Reihenschlußmotors 68
6.2 Statische Kennlinien des Reihenschlußmotors 71

7 Regelung einer fremderregten Gleichstrommaschine 75
7.1 Einleitung 75
7.2 Regelung eines Gleichstrommotors im Grunddrehzahlbereich . . 77
7.3 Regelung eines Gleichstrommotors im Feldschwächbereich . . . 88
7.4 Regelantrieb mit Speisung durch rotierenden Generator 91

8 Netzgeführter Stromrichter als Leistungsstellglied 95
8.1 Elektronische Schaltelemente 95
8.2 Netzgeführter Stromrichter in Einphasen-Brückenschaltung . . 100
8.3 Netzgeführter Stromrichter in Drehstrom-Brückenschaltung . . 117
8.4 Netzgeführte Stromrichter mit reduzierter Blindleistung 128
8.5 Regelung mit leistungelektronischem Stellglied 131

9 Regelung stromrichtergespeister Gleichstrom-Antriebe 138
9.1 Gleichstromantrieb mit netzgeführtem Stromrichter 138
9.2 Gleichstromantriebe mit zwangskommutierten Umrichtern . . . 146

10 Symmetrische Drehfeldmaschinen 160
10.1 Mathematisches Modell einer Drehstrommaschine 161
10.2 Asynchronmaschine mit sinusförmigen symmetrischen Spannungen im stationären Betrieb 173
10.2.1 Ständerstrom, Strom-Ortskurve 173
10.2.2 Drehmoment, Wirkungsgrad 179
10.2.3 Vergleich mit praktischen Motordaten 184
10.2.4 Anlauf des Asynchronmotors 185
10.3 Asynchronmotor mit eingeprägten Ständerspannungen beliebiger Kurvenform 188
10.4 Asynchronmaschine mit unsymmetrischen Ständerspannungen im stationären Zustand 199
10.4.1 Symmetrische Komponenten 199
10.4.2 Einphasen-Asynchronmotor 204
10.4.3 Einphasen- Bremsschaltung für Drehstrom-Kranantriebe 206
10.4.4 Unsymmetrische Anfahrschaltung für Asynchronmotoren 208

11 Stromversorgungen für Drehstrom-Regelantriebe 212
11.1 Pulsweitenmodulierter (PWM) Spannungs-Zwischenkreis-Umrichter mit Transistoren (IGBT) 214
11.2 PWM Thyristor Umrichter mit konstanter Zwischenkreisspannung 222
11.3 Strom-Zwischenkreis-Umrichter mit Thyristoren und GTO . . . 229
11.4 Umrichter ohne Zwischenkreis (Direktumrichter) 234

12 Regelung von Drehstrom-Asynchronmaschinen 239
12.1 Regelung der Asynchronmaschine anhand eines stationären Maschinenmodelles 240
12.2 Regelung eines stromgespeisten Asynchronmotors in Rotorfluß-Koordinaten 250
12.2.1 Prinzip der Feldorientierung 250
12.2.2 Flußerfassung 258
12.2.3 Wirkung der von den Stromregelkreisen herrührenden Restverzögerung 261
12.2.4 Digitale Signalverarbeitung 263
12.2.5 Experimentelle Ergebnisse 266
12.2.6 Auswirkungen eines verstimmten Flußmodells 269
12.3 Regelung eines spannungsgespeisten Asynchronmotor 275
12.4 Regelung eines mit einem Strom-Zwischenkreis-Umrichter gespeisten Asynchronmotors in Feldkoordinaten 281
12.5 Regelung eines Asynchronmotors ohne Drehzahlgeber 289
12.5.1 Motormodell in Ständerfluß-Koordinaten 289
12.5.2 Beispiel für eine „geberlose Drehzahlregelung" 293
12.5.3 Simulation und Versuchsergebnisse 295
12.6 Regelung der Asynchronmaschine mit kombiniertem Flußmodell 299

13 Asynchron-Regelantrieb mit eingeschränktem Drehzahl-Stellbereich 302
13.1 Doppeltgespeiste Drehstrommaschine mit konstanter Ständerfrequenz und feldorientierter Läuferstromregelung 302
13.2 Regelung eines netzseitigen PWM- Umrichters als statischer Kompensator 316
13.3 Schleifringläufermotor mit Schlupfleistungs-Rückgewinnung . . 322

14 Regelantriebe mit Synchronmotoren variabler Frequenz 328
14.1 Regelung eines permanenterregten Synchronmotors 330
14.2 Regelung von Synchronmotoren mit Speisung durch Direktumrichter 342
14.3 Synchronmotor mit lastgeführtem Umrichter (Stromrichtermotor) 348

15 Einige Anwendungen elektrischer Regelantriebe 363
15.1 Drehzahlgeregelte Antriebe 364
15.2 Lineare Lage-Regelung 373
15.3 Lineare Lageregelung mit bewegtem Zielpunkt 384
15.4 Zeitoptimale Lageregelung mit festem Zielpunkt 390
15.5 Zeitoptimale Lageregelung mit bewegtem Zielpunkt 396

Schrifttum 403

Index 457

http://www.springer.com/978-3-540-67179-4

Regelung elektrischer Antriebe
Leonhard, W.
2000, XVII, 462 S., Hardcover
ISBN: 978-3-540-67179-4