



Inhaltsverzeichnis

Rainer Hagl

Elektrische Antriebstechnik

ISBN (Buch): 978-3-446-43350-2

ISBN (E-Book): 978-3-446-43378-6

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-43350-2>

sowie im Buchhandel.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>11</b>
1.1	Einsatzgebiete.....	12
1.2	Aufgaben und Betriebszustände elektrischer Maschinen .....	14
1.3	Bewegungsarten und Bewegungsgleichungen .....	16
1.4	Antriebe mit fester oder variabler Drehzahl .....	19
1.5	Antriebsprinzipien .....	24
<b>2</b>	<b>Mechanische Übertragungselemente</b> .....	<b>27</b>
2.1	Einführung .....	27
2.2	Leistungsbilanz und Wirkungsgrad .....	30
2.3	Drehzahlanpassung und Antrieboptimierung .....	30
2.4	Wandlung einer Drehbewegungen in eine Linearbewegung.....	33
2.4.1	Gewindetrieb .....	33
2.4.2	Zahnriemen .....	34
2.4.3	Zahnstange-Ritzel .....	34
2.5	Wirkungsgrade .....	35
2.6	Umrechnung auf einen Bezugspunkt.....	35
2.6.1	Elektromechanische Linearachse mit starrer Kopplung .....	36
2.6.2	Elektromechanische Drehachse mit starrer Kopplung .....	37
2.7	Beschleunigungsvermögen und Gleichlaufverhalten .....	38
2.8	Dynamisches Verhalten .....	41
2.8.1	Grundlagen .....	41
2.8.2	Linearachse mit elastischer Kopplung.....	43
<b>3</b>	<b>Grundlagen elektrischer Maschinen</b> .....	<b>47</b>
3.1	Einführung .....	47
3.2	Analogien .....	47
3.3	Physikalische Effekte bei elektromagnetischen Maschinen .....	48
3.3.1	Lorentzkraft .....	48
3.3.2	Induktion und Lenz'sche Regel .....	49
3.3.3	Selbstinduktion .....	51

---

3.4	Magnetfelderzeugung und magnetische Werkstoffe .....	52
3.5	Leistungsverluste .....	54
3.6	Belastungsprofile, Einschaltdauer und Betriebsarten .....	56
3.7	Wärmeklassen .....	61
3.8	Schutzarten.....	62
3.9	Energieeffizienz.....	63
3.10	Bauformen und Befestigung .....	64
3.11	Bemessungsgrößen .....	67
<b>4</b>	<b>Gleichstrommotoren .....</b>	<b>69</b>
4.1	Einführung .....	69
4.2	Drehmomenterzeugung und Drehmomentgleichung .....	69
4.3	Spannungsinduktion und Spannungsgleichung .....	73
4.4	Komponenten.....	75
4.5	Klemmenbezeichnung.....	77
4.6	Fremderregter Gleichstrommotor.....	77
4.6.1	Elektrisches Ersatzschaltbild und beschreibende Gleichungen .....	78
4.6.2	Statisches Verhalten .....	79
4.6.3	Feldschwächung .....	81
4.7	Selbsterregter Gleichstrommotor .....	83
4.8	Permanenterregter Gleichstrommotor .....	85
4.9	Bürstenloser Gleichstrommotor und EC-Motor .....	86
<b>5</b>	<b>Schrittmotoren .....</b>	<b>91</b>
5.1	Einführung .....	91
5.2	Aufbau und Eigenschaften .....	91
5.3	Wechselpol-schrittmotor .....	93
5.4	Vollschrittbetrieb .....	94
5.5	Schrittwinkel und Schrittzahl.....	95
5.6	Halbschrittbetrieb .....	96
5.7	Mikroschrittbetrieb .....	96
5.8	Haltedrehmoment und Selbsthaltungsdrehmoment .....	97
5.9	Dynamisches Verhalten .....	98
5.10	Reluktanzschrittmotor.....	99
5.11	Hybridschrittmotor .....	100
5.12	Betriebsdiagramm.....	102
5.13	Schrittmotoren im geregelten Betrieb .....	103

---

<b>6</b>	<b>Grundlagen Drehstromantriebe</b> .....	<b>104</b>
6.1	Einführung .....	104
6.2	Drehspannung und Drehstrom.....	104
6.3	Anschluss von Drehstrommotoren .....	107
6.4	Sternschaltung .....	109
6.5	Dreieckschaltung .....	111
6.6	Vergleich Stern- und Dreieckschaltung.....	111
6.7	Magnetisches Drehfeld .....	113
6.8	Umrichter.....	118
6.9	Energiemanagement bei umrichterbetriebenen Antrieben .....	120
<b>7</b>	<b>Synchronmotoren</b> .....	<b>123</b>
7.1	Einführung .....	123
7.2	Aufbau und Wirkungsweise .....	123
7.3	Elektrisches Ersatzschaltbild.....	126
7.4	Spannungsinduktion und Drehmomenterzeugung .....	128
7.5	Drehmoment-Drehzahl-Diagramm .....	131
7.6	Leistungsschild .....	134
7.7	Komponenten eines Servoantriebes .....	135
7.8	2-phasige Motoren .....	136
<b>8</b>	<b>Asynchronmotoren</b> .....	<b>137</b>
8.1	Einführung .....	137
8.2	Aufbau und Wirkungsweise .....	137
8.3	Spannungsinduktion und Drehmomenterzeugung .....	140
8.4	Motorkennlinie und Motorkenngrößen .....	141
8.5	Normmotoren.....	146
8.6	Anlaufstrombegrenzung.....	146
8.7	Drehzahlvariable Antriebe .....	148
8.8	Frequenzumrichter.....	150
8.9	Zentrale und dezentrale Antriebstechnik .....	152
8.10	Feldorientierte Regelung .....	154
<b>9</b>	<b>Positionsmessgeräte</b> .....	<b>155</b>
9.1	Einführung .....	155
9.2	Drehzahl- und Geschwindigkeitsberechnung.....	157
9.3	Messsignale.....	158
9.4	Unterscheidungsmerkmale .....	159

9.5	Einheiten bei der Winkelmessung .....	165
9.6	Photoelektrische Messgeräte .....	165
9.7	Magnetische Messgeräte .....	167
9.8	Induktive Messgeräte .....	168
9.9	Signalauswertung und Übertragung der Positionsinformation .....	170
9.10	Messgenauigkeit .....	172

**10 Servoantriebe ..... 176**

10.1	Einführung .....	176
10.2	Anforderungen und Kenngrößen .....	177
10.3	Kaskadierte Regelung .....	181
10.4	Bewegungsprofile .....	184
10.5	Modellierung mechanischer Übertragungselemente .....	186
10.6	Mechanisch steife Antriebe .....	188
10.7	Mechanisch elastische Antriebe .....	196
10.8	Feldorientierte Regelung .....	203
10.9	Lineare und rotatorische Direktantriebe .....	206

**A Anhang ..... 214**

A.1	Weiterführende Informationen .....	214
A.1.1	Einführung .....	214
A.1.2	Grundlagen elektrische Maschinen .....	215
A.1.3	Gleichstrommotoren .....	217
A.1.4	Grundlagen Drehstromantriebe .....	218
A.1.5	Synchronmotoren .....	221
A.2	Übungen .....	222
A.3	Lösungen der Übungen .....	238
A.4	Formelzeichen und Einheiten .....	247
A.5	Literatur .....	256