

Inhalt

1	Einführung	11
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
2	Mechanische Übertragungselemente.....	27
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
3	Grundlagen elektrischer Maschinen	47
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

4 Gleichstrommotoren 69

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

5 Schrittmotoren 91

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 Selbsthaltedrehmoment	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

?	Grundlagen Drehstromantriebe	104
	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
?	Synchronmotoren	123
	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
8	Asynchronmotoren	137
	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
9	Positionsmessgeräte.....	155
	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

11 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

Index 257