

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgaben, Funktionsgruppen und Kenngrößen elektrischer Antriebssysteme	1
1.1 Aufgaben eines elektrischen Antriebssystems	2
1.2 Struktur und Funktionsgruppen eines elektrischen Antriebssystems	3
1.3 Kenngrößen von Bewegungsvorgängen	8
1.4 Bewegungsgleichung, Drehzahlhochlauf und Arbeitspunkt	11
2. Mechanische Baugruppen eines Antriebssystems	21
2.1 Arbeitsmaschinen	21
2.2 Das mechanische Übertragungssystem	26
2.2.1 Drehmomentenübertragung in elastisch verkoppelten Mehr-Massen-Systemen	26
2.2.2 Mechanische Übertragungssysteme mit Ketten, Riemen, Seilen und Bändern	31
2.2.3 Seiltriebe bei Hubwerksantrieben und Kranen	33
2.2.4 Vorschubantrieb mit Gewindespindel	36
3. Elektrische Antriebsmaschinen	40
3.1 Übersicht	40
3.2 Gleichstrom-Nebenschlussmaschinen	41
3.2.1 Aufbau und Wirkungsweise	41
3.2.2 Grundgleichungen und Ersatzschaltbild	42
3.2.3 Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinienfeld und Drehzahlstellmethoden	43
3.2.4 Dynamisches Verhalten und Signalflussplan	45
3.2.5 Spezielle Ausführungsformen der Gleichstrom-Nebenschlussmaschine	48
3.3 Asynchronmaschinen	51
3.3.1 Aufbau und Wirkungsweise einer Asynchronmaschine mit Schleifringläufer	51
3.3.2 Grundgleichungen, Zeigerdiagramm und Ersatzschaltbild	52
3.3.3 Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinienfeld und Drehzahlstellmethoden	57
3.3.4 Dynamisches Verhalten und Signalflussplan	63
3.3.5 Asynchronmaschine mit Kurzschlussläufer	70
3.4 Synchronmaschinen	74
3.4.1 Aufbau und Wirkungsweise	74
3.4.2 Grundgleichungen und Zeigerdiagramm	76
3.4.3 Drehmomenten-Kennlinie und Drehzahlstellmethoden	77
3.4.4 Dynamisches Verhalten und Signalflussplan	79
3.4.5 Sonderbauformen von Synchronmaschinen	84
3.5 Auswahl, Dimensionierung und Schutz elektrischer Maschinen	88
3.5.1 Einflussgrößen auf die Motorauswahl	88
3.5.2 Verlustleistung im Motor	90
3.5.3 Thermische Vorgänge in elektrischen Maschinen	93
3.5.4 Bestimmung der Typenleistung und Betriebsarten elektrischer Maschinen	97
3.5.5 Motorschutz	106
4. Binär gesteuerte elektrische Antriebssysteme	109
4.1 Aufgaben, Strukturen und Realisierungsarten von binären Antriebssteuerungen ..	109
4.1.1 Aufgaben einer binären Antriebssteuerung	109

4.1.2	Grundbegriffe und Struktur binärer Steuerungen für elektrische Antriebe....	110
4.1.3	Realisierungsarten binärer Antriebssteuerungen.....	113
4.1.4	Programmierung von speicherprogrammierten Steuerungen.....	114
4.1.5	Arten binärer Antriebssteuerung.....	118
4.2	Steuerung von Asynchronmaschinen mit Kurzschlussläufer.....	119
4.2.1	Ein- und Ausschaltung mit Drehrichtungswechsel.....	119
4.2.2	Sanftanlauf von Asynchronmaschinen mit Kurzschlussläufer.....	125
4.2.3	Bremung von Asynchronmaschinen mit Kurzschlussläufer.....	131
4.3	Steuerung von Asynchronmaschinen mit Schleifringläufer.....	136
4.3.1	Sanftanlauf von Asynchronmaschinen mit Schleifringläufer über Läuferzusatzwiderstände.....	137
4.3.2	Bremung von Asynchronmaschinen mit Schleifringläufer.....	142
4.3.3	Gleichlaufschaltungen von Asynchronmaschinen mit Schleifringläufer.....	145
5.	Leistungselektronische Stellglieder für elektrische Antriebe.....	153
5.1	Übersicht und Funktionsarten von Stromrichterstellgliedern.....	153
5.2	Leistungselektronische Bauelemente.....	155
5.2.1	Grundtypen leistungselektronischer Bauelemente.....	155
5.2.2	Leistungsdioden.....	156
5.2.3	Thyristoren.....	160
5.2.4	Leistungstransistoren.....	164
5.2.5	Thermisches Verhalten von leistungselektronischen Bauelementen.....	169
5.2.6	Schutz von Halbleiterventilen.....	170
5.3	Leistungselektronische Stellglieder für Gleichstromantriebe.....	174
5.3.1	Netzgeführte Stromrichter.....	174
5.3.2	Gleichstromsteller.....	196
5.4	Leistungselektronische Stellglieder für Drehstromantriebe.....	208
5.4.1	Drehstromsteller.....	210
5.4.2	Direktumrichter.....	211
5.4.3	Indirekte Umrichter.....	217
6.	Messwertgeber und Regelverfahren elektrischer Antriebssysteme.....	240
6.1	Aufgaben und Funktionsgruppen geregelter elektrischer Antriebssysteme.....	240
6.2	Messwertgeber (Sensoren).....	243
6.2.1	Allgemeine Anforderungen.....	243
6.2.2	Strommessung.....	245
6.2.3	Drehzahlmessung.....	247
6.2.4	Weg- bzw. Drehwinkelmessung.....	252
6.3	Optimierung einschleifiger Regelkreise der Elektroantriebstechnik.....	255
6.3.1	Beschreibungsmodelle und Kennwerte für das dynamische Verhalten elektrischer Antriebssysteme.....	255
6.3.2	Einschleifige kontinuierliche Antriebsregelungen.....	266
6.3.3	Einschleifige diskontinuierliche Antriebsregelungen.....	283
6.4	Optimierung mehrschleifiger Regelkreise der Elektroantriebstechnik.....	291
6.4.1	Kaskadenregelung.....	292
6.4.2	Zustandsregelung.....	293

7. Ausgewählte Regelstrukturen elektrischer Antriebssysteme	301
7.1 Drehzahlgeregelte Gleichstromantriebe	301
7.1.1 Stationäres und dynamisches Verhalten stromrichtergespeister Gleichstromantriebe	301
7.1.2 Kontinuierliche Drehzahl- und Ankerstromregelung im Ankerspannungsstellbereich	304
7.1.3 Digitale Drehzahl- und Ankerstromregelung im Ankerspannungsstellbereich	306
7.1.4 Drehzahlregelung im Ankerspannungs- und im Feldstellbereich	310
7.1.5 Drehzahl- und Ankerstromregelung von Gleichstrom-Umkehrantrieben	312
7.1.6 Drehzahl- und Ankerstromregelung von Gleichstromantrieben mit Pulsstellern	314
7.2 Drehzahlgeregelte Drehstromantriebe mit Umrichterstellgliedern	317
7.2.1 Stationäres und dynamisches Verhalten umrichtergespeister Drehstromantriebe	317
7.2.2 Strangstromregelung in Umrichterantrieben	320
7.2.3 Drehmomenten-, Drehzahl- und Feldregelung in Umrichterantrieben	328
8 Intelligente Bewegungssteuerung mit elektrischen Antriebssystemen	346
8.1 Drehzahlregelung elastischer Antriebsstränge	346
8.1.1 Übertragungsverhalten bei einem PI-Drehzahlregler	346
8.1.2 Schwingungsdämpfung mit einem Differenz-Drehzahlregler	348
8.1.3 Zustandsregelung einer elastischen Antriebsstrangs	350
8.1.4 Anwendungsbeispiel Drehzahlregelung der Arbeitswalzen einer Umkehrwalzmaschine in Twin-Drive-Ausführung	359
8.2 Wegregelung von Stell- und Positionierantriebe	362
8.2.1 Lineare Wegregelung von Stell- und Vorschubantrieben	363
8.2.2 Lineare Wegregelung mit Sollwertvorsteuerung und Störgrößenkompensation	367
8.3 Dynamisch optimale Bewegungssteuerungen	370
8.3.1 Anforderungen an dynamisch optimale Bewegungsvorgänge	370
8.3.2 Zeitoptimale Bewegungssteuerung	375
8.3.3 Energieoptimale Bewegungssteuerung	380
8.3.4 Zeit- und energieoptimale Bewegungssteuerung	383
8.3.5 Regeleinrichtung für dynamisch optimale Bewegungsvorgänge	388
8.3.6 Anwendungsbeispiel zeitoptimale Positioniersteuerung für eine Werkzeugmaschine	395
8.3.7 Anwendungsbeispiel Rendezvoussteuerung einer rotierenden Schere in einem Feinstahlwalzwerk	400
8.4 Gleichlauf-, Lastausgleichs- und Zugkraftregelung in Mehrmotorenantrieben	405
8.4.1 Einsatzgebiet und Aufgabenstellung von Gleichlaufsteuerungen	405
8.4.2 Gleichlaufregelungen des Drehmoments bzw. der Kraft	408
8.4.3 Gleichlauf- und Zugkraftregelung von Anlagen mit durchlaufenden Bahnen	414
8.4.4 Gleichlaufregelung bei weg- bzw. winkelgesteuerten Antriebssystemen	429
Literaturverzeichnis	435
Sachwortverzeichnis	439