

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgaben, Funktionsgruppen und Kenngrößen elektrischer Antriebssysteme	1
1.1 Aufgaben eines elektrischen Antriebssystems	2
1.2 Struktur und Funktionsgruppen eines elektrischen Antriebssystems	4
1.3 Kenngrößen von Bewegungsvorgängen	8
1.4 Bewegungsgleichung, Drehzahlhochlauf und Arbeitspunkt	12
2 Mechanische Baugruppen eines Antriebssystems	23
2.1 Arbeitsmaschinen	23
2.2 Das mechanische Übertragungssystem	29
2.2.1 Drehmomentenübertragung in elastisch verkoppelten Mehr-Massen-Systemen	29
2.2.2 Mechanische Übertragungssysteme mit Ketten, Riemen, Seilen und Bändern	35
2.2.3 Seiltriebe bei Hubwerksantrieben und Kranen	36
2.2.4 Vorschubantriebe mit Gewindespindeln	40
3 Elektrische Antriebsmaschinen	45
3.1 Übersicht	46
3.2 Gleichstrom-Nebenschlussmaschinen	47
3.2.1 Aufbau und Wirkungsweise	47
3.2.2 Grundgleichungen und Ersatzschaltbild	48
3.2.3 Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinienfeld und Drehzahlstellmethoden	50
3.2.4 Dynamisches Verhalten und Signalflussplan	52
3.2.5 Spezielle Ausführungsformen der Gleichstrom-Nebenschlussmaschine	55

3.3	Asynchronmaschinen	58
3.3.1	Aufbau und Wirkungsweise einer Asynchronmaschine mit Schleifringläufer	59
3.3.2	Grundgleichungen, Zeigerdiagramm und Ersatzschaltbild	60
3.3.3	Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinienfeld und Drehzahlstellmethoden.	65
3.3.4	Dynamisches Verhalten und Signalflussplan	71
3.3.5	Asynchronmaschine mit Kurzschlussläufer.	78
3.4	Synchronmaschinen	83
3.4.1	Aufbau und Wirkungsweise.	83
3.4.2	Grundgleichungen und Zeigerdiagramm	85
3.4.3	Drehmomenten-Kennlinie und Drehzahlstellmethoden.	86
3.4.4	Dynamisches Verhalten und Signalflussplan	88
3.4.5	Sonderbauformen von Synchronmaschinen.	93
3.5	Auswahl, Dimensionierung und Schutz elektrischer Maschinen	98
3.5.1	Einflussgrößen auf die Motorauswahl	98
3.5.2	Verlustleistung im Motor	100
3.5.3	Thermische Vorgänge in elektrischen Maschinen	104
3.5.4	Bestimmung der Typenleistung und Betriebsarten elektrischer Maschinen	109
3.5.5	Motorschutz	118
4	Binär gesteuerte elektrische Antriebssysteme	121
4.1	Aufgaben, Strukturen und Realisierungsarten von binären Antriebssteuerungen	121
4.1.1	Aufgaben einer binären Antriebssteuerung	121
4.1.2	Grundbegriffe und Struktur binärer Steuerungen für elektrische Antriebe	123
4.1.3	Realisierungsarten binärer Antriebssteuerungen	126
4.1.4	Programmierung von speicherprogrammierten Steuerungen	127
4.1.5	Arten binärer Antriebssteuerung	132
4.2	Steuerung von Asynchronmaschinen mit Kurzschlussläufer.	133
4.2.1	Ein- und Ausschaltung mit Drehrichtungswechsel	133
4.2.2	Sanftanlauf von Asynchronmaschinen mit Kurzschlussläufer.	139
4.2.3	Bremsung von Asynchronmaschinen mit Kurzschlussläufer.	146
4.3	Steuerung von Asynchronmaschinen mit Schleifringläufer.	152
4.3.1	Sanftanlauf von Asynchronmaschinen mit Schleifringläufer über Läuferzusatzwiderstände	153
4.3.2	Bremsung von Asynchronmaschinen mit Schleifringläufer	158
4.3.3	Gleichlaufschaltungen von Asynchronmaschinen mit Schleifringläufer.	161

5	Leistungselektronische Stellglieder für elektrische Antriebe	171
5.1	Übersicht und Funktionsarten von Stromrichterstellgliedern	171
5.2	Leistungselektronische Bauelemente	174
5.2.1	Grundtypen leistungselektronischer Bauelemente	174
5.2.2	Leistungsdioden	175
5.2.3	Thyristoren	179
5.2.4	Leistungstransistoren	184
5.2.5	Thermisches Verhalten von leistungselektronischen Bauelementen	189
5.2.6	Schutz von Halbleiterventilen	191
5.3	Leistungselektronische Stellglieder für Gleichstromantriebe	195
5.3.1	Netzgeführte Stromrichter	195
5.3.2	Gleichstromsteller	219
5.4	Leistungselektronische Stellglieder für Drehstromantriebe	233
5.4.1	Drehstromsteller	234
5.4.2	Direktumrichter	236
5.4.3	Indirekte Umrichter	243
6	Messwertgeber und Regelverfahren für elektrische Antriebssysteme	269
6.1	Aufgaben und Funktionsgruppen geregelter elektrischer Antriebssysteme	269
6.2	Messwertgeber für geregelte elektrische Antriebssysteme	273
6.2.1	Allgemeine Anforderungen	273
6.2.2	Strommessung	274
6.2.3	Drehzahlmessung	277
6.2.4	Weg- bzw. Drehwinkelmessung	282
6.3	Optimierung einschleifiger Regelkreise der Elektroantriebstechnik	285
6.3.1	Beschreibungsmodelle und Kennwerte für das dynamische Verhalten elektrischer Antriebssysteme	285
6.3.2	Einschleifige kontinuierliche Antriebsregelungen	297
6.3.3	Einschleifige diskontinuierliche Antriebsregelungen	314
6.4	Optimierung mehrschleifiger Regelkreise der Elektroantriebstechnik	323
6.4.1	Kaskadenregelung	323
6.4.2	Zustandsregelung	325
7	Ausgewählte Regelstrukturen elektrischer Antriebssysteme	333
7.1	Drehzahlgeregelte Gleichstromantriebe	333
7.1.1	Stationäres und dynamisches Verhalten stromrichtergespeister Gleichstromantriebe	333
7.1.2	Kontinuierliche Drehzahl- und Ankerstromregelung im Ankerspannungsstellbereich	336

7.1.3	Digitale Drehzahl- und Ankerstromregelung im Ankerspannungsstellbereich	339
7.1.4	Drehzahlregelung im Ankerspannungs- und im Feldstellbereich	343
7.1.5	Drehzahl- und Ankerstromregelung von Gleichstrom-Umkehrantrieben	345
7.1.6	Drehzahl- und Ankerstromregelung von Gleichstrom-Antrieben mit Pulsstellern	347
7.2	Drehzahlgeregelte Drehstromantriebe mit Umrichterstellgliedern	352
7.2.1	Stationäres und dynamisches Verhalten umrichtergetriebener Drehstromantriebe	352
7.2.2	Strangstromregelung in Umrichterantrieben	354
7.2.3	Drehmomenten-, Drehzahl- und Feldregelung in Umrichter-Antrieben	364
8	Intelligente Bewegungssteuerung mit elektrischen Antriebssystemen.	383
8.1	Drehzahlregelung elastischer Antriebsstränge	384
8.1.1	Übertragungsverhalten bei einem PI-Drehzahlregler	384
8.1.2	Schwingungsdämpfung mit einem Differenz-Drehzahlregler	386
8.1.3	Zustandsregelung einer elastischen Antriebsstränge	388
8.1.4	Anwendungsbeispiel: Drehzahlregelung der Arbeitswalzen einer Umkehrwalzmaschine in Twin-Drive-Ausführung	397
8.2	Wegregelung von Stell- und Positionierantrieben	400
8.2.1	Lineare Wegregelung von Stell- und Vorschubantrieben	402
8.2.2	Lineare Wegregelung mit Sollwertvorsteuerung und Störgrößenkompensation	406
8.3	Dynamisch optimale Bewegungssteuerungen	410
8.3.1	Anforderungen an dynamisch optimale Bewegungsvorgänge	410
8.3.2	Zeitoptimale Bewegungssteuerung	416
8.3.3	Energieoptimale Bewegungssteuerung	420
8.3.4	Zeit- und energieoptimale Bewegungssteuerung	423
8.3.5	Regeleinrichtung für dynamisch optimale Bewegungsvorgänge	429
8.3.6	Anwendungsbeispiel: zeitoptimale Positioniersteuerung für eine Werkzeugmaschine	437
8.3.7	Anwendungsbeispiel: Rendezvoussteuerung einer rotierenden Schere in einem Feinstahlwalzwerk	443
8.4	Gleichlauf-, Lastausgleichs- und Zugkraftregelung in Mehrmotorenantrieben	448
8.4.1	Einsatzgebiet und Aufgabenstellung von Gleichlauf-Steuerungen	448

8.4.2	Gleichlaufregelungen des Drehmoments.....	451
8.4.3	Gleichlauf- und Zugkraftregelung von Anlagen mit durchlaufenden Bahnen	457
8.4.4	Gleichlaufregelung bei weg- bzw. winkelgesteuerten Antriebssystemen	475
Literatur.....		483
Stichwortverzeichnis.....		487