

Inhalt

Vorwort	5
1 Einleitung	11
1.1 Aufgaben der Antriebsauslegung	11
1.2 Lastkennlinien von Arbeitsmaschinen	11
1.3 Kennlinien von Motoren	13
1.3.1 Allgemeines	13
1.3.2 Drehstrom-Asynchronmotor	15
1.3.3 Drehstrom-Synchronmotor	26
1.3.4 Schrittmotor	30
1.3.5 Synchron-Reluktanzmotor	35
1.3.6 Gleichstrom-Nebenschlussmotor (fremderregt)	39
1.4 Motor und Arbeitsmaschine	43
1.5 Erwärmung und Abkühlung elektrischer Maschinen	45
1.6 Betriebsarten elektrischer Maschinen	49
1.7 Charakteristiken der Anwendungen	53
1.8 Topologie des mechanischen Antriebsstrangs	56
1.9 Grundlegende Vorgehensweise bei der Antriebsauslegung	60
2 Berechnung der Bewegungsabläufe	65
2.1 Allgemeines	65
2.2 Beschleunigungsphase	67
2.3 Konstantphase	69
2.4 Verzögerungsphase	70
2.5 Dreieckprofil	72
2.6 Trapezprofil	74
2.7 Trapezprofil nach Drittel-Regel	75
2.8 Trapezprofil mit variabler Aufteilung	77
2.9 Relative Einschaltdauer	79
2.10 Fahrbereich	80
2.11 Ruck und Ruckbegrenzung	81
2.12 Bewegungsgesetze höherer Ordnung	82
2.13 Optimierung des Bewegungsablaufs	85
3 Berechnung der Kräfte und Drehmomente	89
3.1 Allgemeines	89
3.2 Gewichtskraft	89
3.3 Hangabtriebskraft	90
3.4 Aufstandskraft	90
3.5 Anziehungskraft	91
3.6 Haftreibungskraft	92
3.7 Gleitreibungskraft	93
3.8 Rollreibungskraft	93
3.9 Prozesskräfte	95
3.10 Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte	95

3.11	Windkräfte	96
3.12	Sonstige Zusatzkräfte	98
3.13	Wirksames Gewichts Drehmoment	99
3.14	Haftreibdrehmoment	101
3.15	Gleitreibdrehmoment	101
3.16	Rollreibdrehmoment	102
3.17	Prozessdrehmomente	103
3.18	Beschleunigungs- und Verzögerungsdrehmomente	104
3.19	Sonstige Zusatzdrehmomente	107
3.20	Zusammenfassung der Kräfte und Drehmomente	107
4	Umrechnung am Abtriebs element	113
4.1	Allgemeines	113
4.2	Ritzel mit Zahnstange	115
4.3	Rad	116
4.4	Rolle	116
4.5	Seiltrommel	117
4.6	Zahnriemen	120
4.7	Gewindetrieb	121
4.8	Schubkurbel	122
5	Umrechnung bei Übertragungselementen	125
5.1	Allgemeines	125
5.2	Stirnradgetriebe	127
5.3	Schneckengetriebe	128
5.4	Planetenradgetriebe	128
5.5	Keil- und Flachriemen	130
5.6	Zahnriemen und Ketten	130
5.7	Kupplungen und Gelenkwellen	131
5.8	Auswahl und Optimierung des Übersetzungsverhältnisses	131
5.9	Auswahl der Getriebegröße	137
5.10	Lineare Übersetzung	138
6	Motorauswahl	139
6.1	Drehzahlen und Geschwindigkeiten	139
6.2	Drehmomente und Kräfte	142
6.3	Arbeitspunkte der Anwendung	145
6.4	Externes Massenträgheitsmoment	145
6.5	Auswahl des Motors	145
6.5.1	Vorauswahl	146
6.5.2	Nachrechnung des ausgewählten Motors	147
7	Auswahl des Stellgerätes	149
7.1	Für Nenndaten des Motors	149
7.2	Für den tatsächlichen Strombedarf des Motors	151
7.3	Nach Kennlinie für Motor mit Stellgerät	156
7.4	Erforderliche Ausgangsfrequenz	156

8	Berechnung der Werte am Zwischenkreis.	161
8.1	Leistungen	161
8.1.1	Effektive Zwischenkreisleistung	162
8.1.2	Mittlere Zwischenkreis-Einspeiseleistung	165
8.1.3	Mittlere Zwischenkreis-Rückspeiseleistung.	166
8.1.4	Maximale Zwischenkreis-Einspeiseleistung	167
8.1.5	Maximale Zwischenkreis-Rückspeiseleistung	167
8.1.6	Maximale Zwischenkreisleistung	167
8.2	Energie	167
9	Auslegung der Netzversorgung und des Bremswiderstandes	169
10	Berechnung der Netzgrößen	177
10.1	Komponenten im Netzschlussstrang.	177
10.2	Wirkleistung	179
10.3	Scheinleistung	180
10.4	Netzstrom	180
10.5	Netzkurzschlussleistung	181
11	Auslegung der Motorbremse	185
11.1	Allgemeines.	185
11.2	Berechnung und Überprüfung der Bremsmomente	186
11.2.1	Erforderliches Bremsmoment für dynamisches Bremsen	186
11.2.2	Erforderliches Bremsmoment für statisches Bremsen	186
11.2.3	Auswahl und Überprüfung der Bremse hinsichtlich Bremsmoment . .	187
11.3	Berechnung und Überprüfung der Bremsenergie	187
11.3.1	Anfallende Bremsenergie bei dynamischen Bremsvorgängen.	187
11.3.2	Überprüfung der Bremse hinsichtlich Bremsenergie.	188
11.3.3	Möglichkeiten zur Reduzierung der Bremsenergie.	189
11.4	Weitere Hinweise	192
12	Berechnungen rotativer Motoren bei direktem Netzbetrieb.	195
12.1	Möglichkeiten zur Berechnung der Hochlaufzeit.	195
12.1.1	Grafisch-rechnerische Bestimmung	195
12.1.2	Mit mittlerem Anlaufmoment	197
12.2	Auslegung verschiedener Anlauf- und Drehzahlstellverfahren.	198
12.2.1	Stern-Dreieck-Anlauf	198
12.2.2	Anlauf mit variabler Spannung	200
12.2.3	Anlauf und Drehzahlstellung mit Läuferwiderständen	201
12.3	Verlustenergie bei Anlauf, Reversieren und Gegenstrombremsen	208
12.4	Zulässige Schalthäufigkeit für S1-Motoren	212
12.5	Berechnung der erforderlichen Motornennleistung bei verschiedenen Betriebsarten	213
12.5.1	S1-Motoren	213
12.5.2	S2-Motoren	217
12.5.3	S3-Motoren	218

13 Projektierungshinweise	221
13.1 Fehlervermeidung	221
13.2 Leistungssteigerung durch Betrieb an höherer Eckfrequenz	226
13.3 Energiespeicher für Netzspannungsausfall	228
13.4 Energiespeicher für dynamische Anwendungen	229
13.5 Lastpendeln	230
13.6 Rutschgrenze	231
13.7 Kippgrenze	232
13.8 Optimierung der Hochlauframpe	233
14 Energieeinsparung	237
15 Beispiele	241
15.1 Fahrtrieb mit Frequenzumrichter	241
15.2 Drehtrieb mit Frequenzumrichter	261
15.3 Linearmotor nach relativer Einschaltdauer	274
15.4 Wickelantrieb mit Asynchronmotor in Feldschwächung	279
15.5 Betrieb an 87-Hz-Eckfrequenz	285
15.6 Bewegungsablauf für eine mitlaufende Bearbeitung	287
15.7 Ruckbegrenzung	290
15.8 Auslegung mit Polynom 5. Ordnung	292
15.9 Anlasswiderstände für Schleifringläufermotor	293
15.10 Optimierung der Hochlauframpe	297
15.11 Formateinstellung mit Schrittmotor	300
16 Technischer Anhang	309
16.1 Grundbeziehungen physikalischer Größen	309
16.2 Einheiten und deren Umrechnungen	310
16.3 Physikalische Konstanten	314
Formelzeichen	315
Literaturverzeichnis	323
Stichwortverzeichnis	325