

HANSER



Inhaltsverzeichnis

Rolf Fischer

Elektrische Maschinen

ISBN: 978-3-446-41754-0

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-41754-0>

sowie im Buchhandel.

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Grundlagen elektrischer Maschinen	11
1.1 Prinzipien elektrischer Maschinen	11
1.1.1 Vorgaben im Elektromaschinenbau	11
1.1.2 Energiewandlung und Bezugspfeile	12
1.1.3 Bauarten und Gliederung elektrischer Maschinen	15
1.1.4 Leistung und Bauvolumen elektrischer Maschinen	17
1.2 Der magnetische Kreis elektrischer Maschinen	19
1.2.1 Aufbau magnetischer Kreise	19
1.2.2 Elektrobleche und Eisenverluste	21
1.2.3 Spannungen und Kräfte im Magnetfeld	24
1.2.4 Der magnetische Kreis mit Dauermagneten	26
2 Gleichstrommaschinen	32
2.1 Aufbau und Bauteile	32
2.1.1 Prinzipieller Aufbau	32
2.1.2 Bauteile einer Gleichstrommaschine	35
2.1.3 Ankerwicklungen	37
2.1.4 Dauermagneterregte Kleinmaschinen und Sonderbauformen	44
2.2 Luftspaltfelder und Betriebsverhalten	47
2.2.1 Erregerfeld und Ankerrückwirkung	47
2.2.2 Spannungserzeugung und Drehmoment	51
2.2.3 Stromwendung	56
2.2.4 Wendepole und Kompensationswicklung	60
2.3 Kennlinien und Steuerung von Gleichstrommaschinen	64
2.3.1 Anschlussbezeichnungen und Schaltbilder	64
2.3.2 Kennlinien von Gleichstrommaschinen	66
2.3.3 Verfahren zur Drehzahländerung	74
2.3.4 Dynamisches Verhalten von Gleichstrommaschinen	81
2.4 Stromrichterbetrieb von Gleichstrommaschinen	82
2.4.1 Netzgeführte Stromrichterantriebe	82
2.4.2 Antriebe mit Gleichstromsteller	86
2.4.3 Probleme der Stromrichterspeisung	89
3 Transformatoren	99
3.1 Aufbau und Bauformen	100
3.1.1 Eisenkerne von Wechsel- und Drehstromtransformatoren	100
3.1.2 Wicklungen	103
3.1.3 Wachstumsgesetze und Kühlung	103
3.2 Betriebsverhalten von Einphasentransformatoren	108
3.2.1 Spannungsgleichungen und Ersatzschaltung	108
3.2.2 Leerlauf und Magnetisierung	112

3.2.3 Verhalten bei Belastung	117
3.2.4 Kurzschluss des Transformators	120
3.2.5 Transformatorgeräusche	124
3.3 Betriebsverhalten von Drehstromtransformatoren	125
3.3.1 Schaltzeichen und Schaltgruppen	125
3.3.2 Schaltgruppen bei unsymmetrischer Belastung	127
3.3.3 Direkter Parallelbetrieb	131
3.4 Sondertransformatoren	133
3.4.1 Änderung der Übersetzung und der Strangzahl	133
3.4.2 Kleintransformatoren und Messwandler	134
3.4.3 Spartransformatoren und Drosselspulen	135
4 Allgemeine Grundlagen der Drehstrommaschinen	141
4.1 Drehstromwicklungen	141
4.1.1 Ausführungsformen einer Drehstromwicklung	141
4.1.2 Wicklungsfaktoren	144
4.2 Umlaufende Magnetfelder	150
4.2.1 Durchflutung und Feld eines Wicklungsstranges	150
4.2.2 Drehfelder	153
4.2.3 Blindwiderstände einer Drehstromwicklung	160
4.2.4 Spannungserzeugung und Drehmoment	162
4.3 Symmetrische Komponenten	164
4.3.1 Drehstromsystem	164
4.3.2 Zweiphasensystem	167
5 Asynchronmaschinen	170
5.1 Aufbau und Wirkungsweise	170
5.1.1 Ständer und Läufer der Asynchronmaschine	170
5.1.2 Asynchrones Drehmoment und Frequenzumformung	172
5.1.3 Drehtransformatoren	176
5.2 Darstellung der Betriebseigenschaften	179
5.2.1 Spannungsgleichungen und Ersatzschaltung	179
5.2.2 Einzelleistungen und Drehmomente	181
5.2.3 Stromortskurve	187
5.2.4 Betriebsbereiche und Kennlinien	197
5.2.5 Drehmomente und Kräfte der Oberfelder	199
5.3 Steuerung von Drehstrom-Asynchronmaschinen	207
5.3.1 Verfahren zur Drehzahländerung	207
5.3.2 Ersatzschaltung und Betrieb mit frequenzvariabler Spannung	214
5.3.3 Anlass- und Bremsverfahren	223
5.3.4 Unsymmetrische Betriebszustände	231
5.3.5 Dynamisches Verhalten von Asynchronmaschinen	234

5.4	Stromrichterbetrieb von Asynchronmaschinen	237
5.4.1	Spannungsänderung mit Drehstromstellern	237
5.4.2	Untersynchrone Stromrichter-kaskade	241
5.4.3	Einsatz von Frequenzumrichtern	246
5.4.4	Motorrückwirkung bei Umrichterbetrieb	252
5.5	Spezielle Bauformen und Betriebsarten der Asynchronmaschine	254
5.5.1	Stromverdrängungs- und Doppelstabläufer	254
5.5.2	Linearmotoren	257
5.5.3	Asynchrongeneratoren	261
5.5.4	Die elektrische Welle	263
5.5.5	Doppeltgespeiste Schleifringläufermotoren	264
5.5.6	Energiesparmotoren	266
5.6	Einphasige Asynchronmaschinen	271
5.6.1	Einphasenmotoren ohne Hilfswicklung	271
5.6.2	Einphasenmotoren mit Kondensatorhilfswicklung	273
5.6.3	Einphasenmotoren mit Widerstandshilfswicklung	278
5.6.4	Der Drehstrommotor am Wechselstromnetz	280
5.6.5	Spaltpolmotoren	284
6	Synchronmaschinen	287
6.1	Aufbau von Synchronmaschinen	287
6.1.1	Bauformen	287
6.1.2	Erregersysteme	291
6.1.3	Synchronmaschinen mit Dauermagneterregung	295
6.1.4	Synchronmaschinen mit Zahnspulenwicklungen	296
6.2	Betriebsverhalten der Vollpolmaschine	298
6.2.1	Erregerfeld und Ankerrückwirkung	298
6.2.2	Zeigerdiagramm und Ersatzschaltung	302
6.2.3	Synchronmaschinen im Alleinbetrieb	303
6.2.4	Synchronmaschinen im Netzbetrieb	311
6.2.5	Besonderheiten der Schenkelpolmaschine	317
6.3	Verhalten der Synchronmaschine im nichtstationären Betrieb	324
6.3.1	Drehzahlsteuerung und Stromrichterbetrieb	324
6.3.2	Pendelungen und unsymmetrische Belastung	328
6.3.3	Die Synchronmaschine in Zweichsendarstellung	331
6.3.4	Stoßkurzschluss	335
6.4	Spezielle Bauarten von Synchronmaschinen	339
6.4.1	Turbogeneratoren	339
6.4.2	Die Einphasen-Synchronmaschine	342
6.4.3	Dauermagneterregte AC-Servomotoren	342
6.4.4	Synchrone Langstator-Linearmotoren	348
6.4.5	Transversalflussmotoren	351
6.5	Synchrone Kleinmaschinen	355
6.5.1	Reluktanzmotoren	355
6.5.2	Hysteresemotoren	358
6.5.3	Schrittmotoren	360

7 Stromwendermaschinen für Wechsel- und Drehstrom	365
7.1 Übersicht	365
7.2 Universalmotoren	367
7.2.1 Aufbau und Einsatz	367
7.2.2 Ersatzschaltung und Zeigerdiagramm	368
7.2.3 Verfahren der Drehzahländerung	371
7.2.4 Stromwendung	372
8 Betriebsbedingungen elektrischer Maschinen	376
8.1 Elektrotechnische Normung und Vorschriften	376
8.2 Bauformen und Schutzarten	379
8.3 Explosiongeschützte Ausführungen	382
8.4 Verluste, Erwärmung und Kühlung	385
8.5 Betriebsarten und Leistungsschildangaben	391
9 Anhang	397
Schrifttum	397
Formelzeichen und Einheiten	404
Berechnung der Aufgaben	408
Sachwortverzeichnis	413