

Die Meisterprüfung

Elektrische Maschinen

Dipl.-Ing. Gerd Fehmel

Dipl.-Ing. Horst Flachmann

Dipl.-Ing. Otto Mai

10. Auflage

Vogel Buchverlag

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Gegenüberstellung üblicher alter und neuer Anschlußbezeichnungen elektrischer Maschinen . . .	13
1 Gleichstrommaschinen	15
1.1 Mechanischer Aufbau	15
1.2 Anschlußbezeichnungen von Gleichstrommaschinen, Feldstellern und Anlassern	18
1.3 Bestimmung der Drehrichtungen von Gleichstrommaschinen.	23
1.4 Funktion der Gleichstrommaschinen.	25
1.5 Erregerarten der Gleichstromgeneratoren.	27
1.6 Betriebsarten	28
1.7 Bauformen der elektrischen Maschinen.	32
1.8 Schutzarten	34
2 Gleichstromgeneratoren	35
2.1 Wirkungsweise.	35
2.1.1 Ankerrückwirkung	35
2.1.2 Fremderregter Generator.	43
2.1.3 Nebenschlußgenerator.	45
2.1.4 Reihenschlußgenerator (Hauptschlußgenerator).	47
2.1.5 Doppelschlußgenerator (Verbund-oder Compoundgenerator).	49
2.2 Parallelschaltung von Gleichstromgeneratoren.	51
2.2.1 Parallelschaltung von Gleichstromnebenschlußgeneratoren	53
2.2.2 Parallelschaltung von Gleichstromdoppelschlußgeneratoren.	53
2.3 Gleichstrom-Dreileiternetz	54
2.3.1 Reihenschaltung von Gleichstromgeneratoren.	55
2.3.2 Dreileitergenerator.	57
3 Gleichstrommotoren	59
3.1 Wirkungsweise*	59
3.1.1 Stromdurchflossene Leiterschleife im Magnetfeld.	59
3.1.2 Anlassen des Gleichstrommotors.	60
3.1.3 Nebenschlußmotor.	62
3.1.4 Reihenschlußmotor.	65
3.1.5 Universalmotor.	66
3.1.6 Doppelschlußmotor.	69
3.1.7 Fremderregter Motor.	71
3.1.8 Drehzahlsteuerung von Gleichstrommotoren.	73
3.1.9 Leonardschaltung	74
3.1.10 Leistungsmessungen.	75
3.1.11 Verluste und Wirkungsgrade.	77
3.2 Funkentstörung	78
3.3 Bremsschaltungen von Gleichstrommaschinen.	81
3.4 Scheibenläufermotor.	82

Transformatoren (Umspanner)	85
4.1 Aufbau mit Schutzeinrichtungen	85
4.1.1 Magnetgestell	85
4.1.2 Wicklungen	87
4.1.3 Ölkessel und Schutzeinrichtungen	90
4.2 Wirkungsweise	92
4.2.1 Spannungserzeugung	92
4.2.2 Leerlauf	93
4.2.3 Belastung	95
4.3 Leistungsschild	95
4.3.1 Leistungs- und Spannungsangabe	95
4.3.2 Kurzschlußspannung, Kurzschlußstrom	97
4.3.3 Wirkungsgrad, Verluste	100
4.3.4 Schaltgruppen	102
4.3.5 Zickzackschaltung (z-Schaltung)	104
4.4 Parallelschaltungen	106
4.5 Stelltransformatoren	107
4.5.1 Grundsätzliche Möglichkeiten zur Änderung der Ausgangsspannung	108
4.5.2 Lichtbogen-Schweißtransformatoren	108
4.6 Kleintransformatoren	111
4.6.1 Grundsätzlicher Aufbau	111
4.6.2 Wirkungsweise	113
4.6.3 Grundsätzliches zur Einteilung nach VDE	113
4.7 Spartransformatoren (Autotransformatoren)	115
Asynchronmaschinen für Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)	117
5.1 Drehfeld (Umlaufendes Magnetfeld)	117
5.2 Schleifringläufermotor	118
5.2.1 Aufbau	118
5.2.2 Wirkungsweise	120
<i>Anlauf</i>	120
<i>Betrieb, Betriebsverhalten</i>	121
<i>Drehmomente</i>	123
5.2.3 Leistungsschild	124
5.3 Kurzschlußläufermotor	125
5.3.1 Aufbau	125
5.3.2 Wirkungsweise	127
<i>Anlauf</i>	127
<i>Hochlauf</i>	128
<i>Betrieb, Betriebsverhalten</i>	129
5.4 Asynchronlinearmotor	132
5.4.1 Aufbau	132
5.4.2 Wirkungsweise	132
5.4.3 Vor- und Nachteile gegenüber konventionellen, rotierenden Asynchronmotoren	133
5.4.4 Magnetschwebbahn	134
<i>Elektrodynamisches Schweben (EDS)</i>	134
<i>Elektromagnetisches Schweben (EMS)</i>	135
5.5 Anlaufverfahren der Drehstrom-Asynchronmotoren	136
5.5.1 Kurzschlußläufermotoren	136
5.5.2 Schleifringläufermotoren	141
5.5.3 Allgemeine Bestimmungen über Anlassen von Asynchronmotoren	141
5.6 Elektrische Bremsungen von Drehstrom-Asynchronmotoren	143

5.6.1	Gegenstrombremsung	. . . . .	143
5.6.2	Gleichstrombremsung	. . . . .	144
5.7	Drehzahlsteuerungen von Drehstrom-Asynchronmotoren	. . . . .	145
5.7.1	Drehzahlsteuerung durch Beeinflussung des Schlupfes	. . . . .	145
5.7.2	Drehzahlsteuerung durch Änderung der Frequenz	. . . . .	146
5.7.3	Drehzahlsteuerung durch Änderung der Polpaarzahlen	. . . . .	147
	<i>Polumschaltungen mit getrennten Ständerwicklungen</i>	. . . . .	149
	<i>Polumschaltungen mit Spulengruppen einer Ständerwicklung</i>	. . . . .	149
5.8	Spannungsumschaltungen von Drehstrom-Asynchronmotoren	. . . . .	153
5.9	Betriebliche und praktische Gegenüberstellungen von Kurzschlußläufermotoren und Schleifringläufermotoren	. . . . .	155
5.9.1	Vorteile des Kurzschlußläufermotors gegenüber dem Schleifringläufermotor	. . . . .	155
5.9.2	Vorteile des Schleifringläufermotors gegenüber dem Kurzschlußläufermotor	. . . . .	156
5.10	Elektrische Welle	. . . . .	156
5.10.1	Aufbau und Schaltungsweise	. . . . .	156
5.10.2	Wirkungsweise der einfachen Wellenschaltung	. . . . .	156
5.11	Drehtransformator (Asynchronmotor als Stelltransformator)	. . . . .	157
5.11.1	Aufbau	. . . . .	157
5.11.2	Wirkungsweise	. . . . .	158
5.12	Asynchrongeneratoren	. . . . .	159
5.12.1	Schaltung	. . . . .	159
5.12.2	Wirkungsweise	. . . . .	159
6	Asynchronmaschinen für Einphasenwechselstrom	. . . . .	161
6.1	Aufbau	. . . . .	161
6.2	Wirkungsweise	. . . . .	162
6.2.1	Einschaltmoment	. . . . .	162
6.2.2	Anlauf	. . . . .	162
6.2.3	Betrieb, Betriebsverhalten	. . . . .	166
6.3	Spezieller Hilfsstrang	. . . . .	167
6.4	Spaltpolmotor	. . . . .	168
6.4.1	Aufbau	. . . . .	168
6.4.2	Wirkungsweise, Betriebsverhältnisse	. . . . .	168
6.5	Drehstrom-Asynchronmotor am Einphasennetz	. . . . .	170
6.5.1	Steinmetzschaltung	. . . . .	170
7	Synchronmaschinen	. . . . .	173
7.1	Aufbau	. . . . .	173
7.1.1	Außenpolmaschine	. . . . .	173
7.1.2	Innenpolmaschine	. . . . .	173
7.1.3	Dämpferwicklung	. . . . .	176
7.1.4	Erregermaschine	. . . . .	177
7.2	Wirkungsweise des Synchrongenerators	. . . . .	177
7.2.1	Leerlauf	. . . . .	177
7.2.2	Belastung	. . . . .	177
7.3	Parallelschaltung	. . . . .	181
7.3.1	Synchronisiervorgang	. . . . .	181
7.3.2	Prüfung der Phasenlage	. . . . .	181
	<i>Synchronisier-Lampenschaltungen</i>	. . . . .	182
	<i>Synchronoskop</i>	. . . . .	184
7.3.3	Lastverteilung	. . . . .	185
7.4	Wirkungsweise des Synchronmotors	. . . . .	186

7.4.1	Anlaufbedingungen	. . . . .	186
7.4.2	Betriebsverhalten	. . . . .	186
	<i>Leerlauf</i>	. . . . .	186
	<i>Belastung</i>	. . . . .	187
7.4.3	Phasenschieber	. . . . .	188
7.5	Synchron-Kleinstmaschinen	. . . . .	189
7.5.1	Synchron-Kleinstmotor	. . . . .	189
	<i>Aufbau</i>	. . . . .	189
	<i>Wirkungsweise</i>	. . . . .	189
7.5.2	Drehstrom-Reluktanzmotor	. . . . .	190
7.6	Schrittmotoren	. . . . .	192
7.6.1	Funktionsbegriff	. . . . .	192
7.6.2	Aufbau	. . . . .	192
7.6.3	Betriebsseigenschaften	. . . . .	195
	<i>Ansteuerungsarten</i>	. . . . .	195
	<i>Schrittfrequenz</i>	. . . . .	197
	<i>Schrittwinkel</i>	. . . . .	197
7.6.4	Anwendungen	. . . . .	198
Stromwendermaschinen für Einphasenwechselstrom und Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)			199
8.1	Frequenzfragen	. . . . .	199
8.2	Stromwendermaschinen für Einphasenwechselstrom (Motoren)	. . . . .	200
8.3	Repulsionsmotoren	. . . . .	200
8.3.1	Aufbau	. . . . .	200
8.3.2	Wirkungsweise	. . . . .	201
	<i>Anlaufstellung</i>	. . . . .	202
	<i>Betriebsstellung</i>	. . . . .	202
	<i>Kurzschlußstellung</i>	. . . . .	204
	<i>Anwendung</i>	. . . . .	204
8.4	Stromwendermaschinen für Drehstrom (Motoren)	. . . . .	205
8.4.1	Drehstrom-Reihenschluß-Stromwendermotor	. . . . .	205
	<i>Aufbau</i>	. . . . .	205
	<i>Wirkungsweise</i>	. . . . .	206
8.4.2	Ständergespeister Drehstrom-Nebenschluß-Stromwendermotor	. . . . .	206
	<i>Aufbau</i>	. . . . .	206
	<i>Wirkungsweise</i>	. . . . .	207
8.4.3	Läufergespeister Drehstrom-Nebenschluß-Stromwendermotor	. . . . .	208
	<i>Aufbau</i>	. . . . .	208
	<i>Wirkungsweise</i>	. . . . .	210
Umformer			211
9.1	Motorgeneratoren	. . . . .	211
9.1.1	Aufbau	. . . . .	211
9.1.2	Wirkungsweise	. . . . .	211
9.2	Frequenzumformer	. . . . .	212
9.2.1	Asynchroner Frequenzumformer	. . . . .	212
	<i>Aufbau</i>	. . . . .	212
	<i>Wirkungsweise</i>	. . . . .	213
9.3	Einankerumformer (EU)	. . . . .	214
9.3.1	Einankerumformer mit getrennten Läuferwicklungen	. . . . .	214
	<i>Aufbau</i>	. . . . .	214
	<i>Wirkungsweise</i>	. . . . .	215

9.3.2	Einankerumformer mit angezapften Läuferwicklungen	215
	<i>Aufbau.</i>	215
	<i>Wirkungsweise.</i>	217
10	Gliederung der Einphasen-, Dreiphasen-(Drehstrom-) und Gleichstrommaschinen.	219
10.1	Energieumformung	219
10.2	Drehfeldmaschinen mit kreisförmigem und elliptischem Drehfeld	220
10.3	Schlupf	221
10.4	Maschinen mit Neben- und Reihenschlußcharakter	222
11	Störungen an elektrischen Maschinen.	223
11.1	Störungen an Gleichstrommaschinen	223
11.2	Störungen an Einphasen- und Dreiphasenmotoren	224
	Stichwortverzeichnis	227