

Inhaltsverzeichnis

Zu den mit einem «Punkt •» gekennzeichneten Kapiteln liefert die Lern-CD «Grundlagen der Elektrotechnik 4» aus dem bfe-Lernprogramm ergänzende Lerninhalte und Übungen.

Vorwort	5
Gegenüberstellung üblicher alter und neuer Anschlussbezeichnungen elektrischer Maschinen ..	11
Anschlussbilder für gebräuchliche Anwendungen	14
1 Gleichstrommaschinen	25
1.1 Mechanischer Aufbau	25
1.2 Anschlussbezeichnungen von Gleichstrommaschinen, Feldstellern und Anlassern	28
1.3 Bestimmung der Drehrichtungen von Gleichstrommaschinen	33
1.4 Funktion der Gleichstrommaschinen	35
1.5 Erregerarten der Gleichstromgeneratoren	37
1.6 Betriebsarten	38
1.7 Bauformen und Aufstellung der elektrischen Maschinen (DIN EN 60 034-7)	43
1.8 Schutzarten	51
1.9 IC-Code für das Kühlverfahren (DIN EN 60 034-6)	54
2 Gleichstromgeneratoren	61
2.1 Wirkungsweise	61
2.1.1 Ankerrückwirkung	61
2.1.2 Fremderregter Generator	69
2.1.3 Nebenschlussgenerator	72
2.1.4 Reihenschlussgenerator (Hauptschlussgenerator)	75
2.1.5 Doppelschlussgenerator (Verbund- oder Compoundgenerator)	77
2.2 Parallelschaltung von Gleichstromgeneratoren	80
2.2.1 Parallelschaltung von Gleichstrom-Nebenschlussgeneratoren	81
2.2.2 Parallelschaltung von Gleichstrom-Doppelschlussgeneratoren	82
2.3 Gleichstrom-3-Leiter-Netz	83
2.3.1 Reihenschaltung von Gleichstromgeneratoren	83
2.3.2 3-Leiter-Generator	85
3 Gleichstrommotoren	87
3.1 Wirkungsweise	87
3.1.1 Stromdurchflossene Leiterschleife im Magnetfeld	87
3.1.2 Anlassen des Gleichstrommotors	88
3.1.3 Nebenschlussmotor	90
3.1.4 Reihenschlussmotor	93
3.1.5 Universalmotor	96
3.1.6 Doppelschlussmotor	99
3.1.7 Fremderregter Motor	102
3.1.8 Drehzahlsteuerung von Gleichstrommotoren	105
3.1.9 Leonard-Schaltung	105
3.1.10 Leistungsmessungen	107
3.1.11 Verluste und Wirkungsgrade	109
3.2 Funkentstörung	110
3.3 Bremsschaltungen von Gleichstrommaschinen	113
3.4 Scheibenläufermotor	113
4 Transformatoren (Umspanner)	117
4.1 Aufbau mit Schutzeinrichtungen	117
4.1.1 Magnetgestell	117
4.1.2 Wicklungen	119
4.1.3 Ölkessel und Schutzeinrichtungen	122
4.2 Wirkungsweise	124

4.2.1	Spannungserzeugung	124
4.2.2	Leerlauf	125
4.2.3	Belastung	127
4.3	Leistungsschild	127
4.3.1	Leistungs- und Spannungsangabe	127
4.3.2	Kurzschlussspannung, Kurzschlussstrom	129
4.3.3	Wirkungsgrad, Verluste	132
4.3.4	Schaltgruppen	133
4.3.5	Zickzackschaltung (z-Schaltung)	135
4.4	Parallelschaltungen	137
4.5	Stelltransformatoren	139
4.5.1	Grundsätzliche Möglichkeiten zur Änderung der Ausgangsspannung	139
4.5.2	Lichtbogen-Schweißtransformatoren	140
4.6	Kleintransformatoren	142
4.6.1	Grundsätzlicher Aufbau	142
4.6.2	Wirkungsweise	144
4.6.3	Grundsätzliches zur Einteilung nach VDE	144
4.7	Spartransformatoren (Autotransformatoren)	146
5	Asynchronmaschinen für 3-Phasen-Wechselstrom (Drehstrom)	149
5.1	Drehfeld (Umlaufendes Magnetfeld)	149
5.2	Schleifringläufermotor	150
5.2.1	Aufbau	150
5.2.2	Wirkungsweise	152
<i>Anlauf</i>		152
<i>Betrieb, Betriebsverhalten</i>		153
<i>Drehmomente</i>		155
5.2.3	Leistungsschild	156
5.3	Kurzschlussläufermotor	157
5.3.1	Aufbau	157
5.3.2	Wirkungsweise	158
<i>Anlauf</i>		158
<i>Hochlauf</i>		159
<i>Betrieb, Betriebsverhalten</i>		160
5.4	Asynchronlinearmotor	163
5.4.1	Aufbau	163
5.4.2	Wirkungsweise	164
5.4.3	Vor- und Nachteile gegenüber konventionellen, rotierenden Asynchronmotoren	165
5.4.4	Magnetschwebbahn	166
<i>Elektrodynamisches Schweben (EDS)</i>		166
<i>Elektromagnetisches Schweben (EMS)</i>		167
5.5	Anlassverfahren der Drehstrom-Asynchronmotoren	167
5.5.1	Kurzschlussläufermotoren	168
5.5.2	Schleifringläufermotoren	172
5.5.3	Allgemeine Bestimmungen über Anlassen von Asynchronmotoren	174
5.6	Elektrische Bremsungen von Drehstrom-Asynchronmotoren	174
5.6.1	Gegenstrombremsung	175
5.6.2	Gleichstrombremsung	175
5.7	Drehzahlsteuerungen von Drehstrom-Asynchronmotoren	176
5.7.1	Drehzahlsteuerung durch Beeinflussung des Schlupfes	176
5.7.2	Drehzahlsteuerung durch Änderung der Frequenz	178
5.7.3	Drehzahlsteuerung durch Änderung der Polpaarzahlen	180
<i>Polumschaltungen mit getrennten Ständerwicklungen</i>		180
<i>Polumschaltungen mit Spulengruppen einer Ständerwicklung</i>		180
5.8	Spannungsumschaltungen von Drehstrom-Asynchronmotoren	184
5.9	Betriebliche und praktische Gegenüberstellungen von Kurzschlussläufermotoren und Schleifringläufermotoren	186
5.9.1	Vorteile des Kurzschlussläufermotors gegenüber dem Schleifringläufermotor	186

5.9.2	Vorteile des Schleifringläufermotors gegenüber dem Kurzschlussläufermotor	187
5.10	Elektrische Welle	187
5.10.1	Aufbau und Schaltungsweise	187
5.10.2	Wirkungsweise der einfachen Wellenschaltung	187
5.11	Drehtransformator (Asynchronmotor als Stelltransformator)	188
5.11.1	Aufbau	188
5.11.2	Wirkungsweise	189
5.12	Asynchrongeneratoren	190
5.12.1	Schaltung	190
5.12.2	Wirkungsweise	190
6	Asynchronmaschinen für 1-Phasen-Wechselstrom	193
6.1	Aufbau	193
6.2	Wirkungsweise	194
6.2.1	Einschaltmoment	194
6.2.2	Anlauf	194
6.2.3	Betrieb, Betriebsverhalten	197
6.3	Spezieller Hilfsstrang	198
6.4	Spaltpolmotor	199
6.4.1	Aufbau	199
6.4.2	Wirkungsweise, Betriebsverhältnisse	200
6.5	Drehstrom-Asynchronmotor am 1-Phasen-Netz	201
6.5.1	Steinmetzschtaltung	202
7	Synchronmaschinen	205
7.1	Aufbau	205
7.1.1	Außenpolmaschine	205
7.1.2	Innenpolmaschine	205
7.1.3	Dämpferwicklung	208
7.1.4	Erregermaschine	208
7.2	Wirkungsweise des Synchrongenerators	209
7.2.1	Leerlauf	209
7.2.2	Belastung	209
7.3	Parallelschaltung	212
7.3.1	Synchronisiervorgang	212
7.3.2	Prüfung der Phasenlage	213
<i>Synchronisier-Lampenschaltungen</i>		213
<i>Synchronoskop</i>		215
7.3.3	Lastverteilung	216
7.4	Wirkungsweise des Synchronmotors	217
7.4.1	Anlaufbedingungen	217
7.4.2	Betriebsverhalten	217
<i>Leerlauf</i>		217
<i>Belastung</i>		218
7.4.3	Phasenschieber (Blindleistungsmaschine)	219
7.5	Synchron-Kleinstmaschinen	220
7.5.1	Synchron-Kleinstmotor	220
<i>Aufbau</i>		220
<i>Wirkungsweise</i>		220
7.5.2	Drehstrom-Reluktanzmotor	221
7.6	Schrittmotoren	222
7.6.1	Funktionsbegriff	223
7.6.2	Aufbau	223
7.6.3	Betriebseigenschaften	225
<i>Ansteuerungsarten</i>		225
<i>Schrittfrequenz</i>		227
<i>Schrittwinkel</i>		228
7.6.4	Anwendungen	229

7.7	Servomaschinen	229
7.7.1	Aufbau	231
7.7.2	Gleichstrommaschine	232
7.7.3	Drehfeldmaschinen für Servoantriebe	233
	<i>Asynchron-Servomaschinen – AC-Servomotor</i>	233
	<i>Permanenterregte Synchronmaschine</i>	234
	<i>Feldorientierte Regelung</i>	236
8	Stromwendermaschinen für 1-Phasen-Wechselstrom und 3-Phasen-Wechselstrom (Drehstrom)	239
8.1	Frequenzfragen	239
8.2	Stromwendermaschinen für 1-Phasen-Wechselstrom (Motoren)	240
8.3	Repulsionsmotoren	240
8.3.1	Aufbau	240
8.3.2	Wirkungsweise	241
	<i>Anlaufstellung</i>	241
	<i>Betriebsstellung</i>	242
	<i>Kurzschlussstellung</i>	243
	<i>Anwendung</i>	244
8.4	Stromwendermaschinen für Drehstrom (Motoren)	244
8.4.1	Drehstrom-Reihenschluss-Stromwendermotor	244
	<i>Aufbau</i>	244
	<i>Wirkungsweise</i>	245
8.4.2	Ständergespeister Drehstrom-Nebenschluss-Stromwendermotor	246
	<i>Aufbau</i>	246
	<i>Wirkungsweise</i>	246
8.4.3	Läufergespeister Drehstrom-Nebenschluss-Stromwendermotor	248
	<i>Aufbau</i>	248
	<i>Wirkungsweise</i>	248
9	Umformer	251
9.1	Motorgeneratoren	251
9.1.1	Aufbau	251
9.1.2	Wirkungsweise	251
9.2	Frequenzumformer	252
9.2.1	Asynchroner Frequenzumformer	252
	<i>Aufbau</i>	252
	<i>Wirkungsweise</i>	253
9.3	1-Anker-Umformer (EU)	254
9.3.1	1-Ankerumformer mit getrennten Läuferwicklungen	254
	<i>Aufbau</i>	254
	<i>Wirkungsweise</i>	255
9.3.2	1-Anker-Umformer mit angezapften Läuferwicklungen	255
	<i>Aufbau</i>	255
	<i>Wirkungsweise</i>	255
10	Gliederung der 1-Phasen-, 3-Phasen-(Drehstrom-) und Gleichstrommaschinen	259
10.1	Energieumformung	259
10.2	Drehfeldmaschinen mit kreisförmigem und elliptischem Drehfeld	260
10.3	Schlupf	261
10.4	Maschinen mit Neben- und Reihenschlusscharakter	262
11	Störungen an elektrischen Maschinen	263
11.1	Störungen an Gleichstrommaschinen	263
11.2	Störungen an 1-Phasen- und 3-Phasenmotoren	264
	Stichwortverzeichnis	267