

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen dieses Buches . . . . .	8	5	Verhalten von Transformatoren	
Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buchs . . . . .	9	5.1	Idealer Transformator . . . . .	98
Formelzeichen für drehende elektrische Maschinen . . . . .	10	5.2	Realer Transformator im Leerlauf . . . . .	100
1 Grundlagen		5.3	Realer Transformator unter Last . . . . .	102
1.1 Stromstärke, Widerstand, Spannung . . . . .	11	5.4	Ersatzschaltungen von Transformatoren . . . . .	104
1.2 Schaltungen von Zweipolen . . . . .	14	5.5	Zeigerdiagramm des belasteten Transformators . . . . .	106
1.3 Bezugspfeile . . . . .	16	5.6	Kurzschlussstrom und Einschaltstrom . . . . .	107
1.4 Leistung, Arbeit, Energie, Wärme . . . . .	18	5.7	Wirkungsgrad und Arbeitsgrad von Transformatoren . . . . .	109
2 Elektrisches Feld		5.8	Besondere Transformatoren . . . . .	110
2.1 Elektrische Ladung . . . . .	24	5.8.1	Spartransformator . . . . .	110
2.2 Elektrische Feldstärke . . . . .	25	5.8.2	Übertrager . . . . .	111
2.3 Elektrische Flussdichte . . . . .	26	5.8.3	Elektronische Transformatoren . . . . .	112
2.4 Kapazität . . . . .	26	6	Transformatoren im Netz	
2.5 Kapazitiver Blindwiderstand . . . . .	26	6.1	Anschlusskennzeichnung . . . . .	113
2.5.1 Ladung und Stromstärke . . . . .	26	6.2	Kleintransformatoren . . . . .	114
2.5.2 Kondensatorstrom bei Sinusspannung . . . . .	27	6.3	Lichtbogen-Schweißtransformatoren . . . . .	119
2.5.3 Kapazitive Blindleistung . . . . .	28	6.4	Messwandler . . . . .	121
2.5.4 Kondensator als Blindwiderstand . . . . .	28	6.4.1	Spannungswandler . . . . .	121
2.6 Elektrisches Feld als Energiespeicher . . . . .	29	6.4.2	Nicht induktive Spannungswandler . . . . .	123
2.7 Gleichstrom-Schalten von Kondensatoren . . . . .	29	6.4.3	Stromwandler . . . . .	123
3 Magnetisches Feld		6.4.4	Messen mit Zangen-Stromwandlern . . . . .	127
3.1 Arten magnetischer Stoffe . . . . .	31	6.5	Einphasentransformatoren für Drehstrom . . . . .	129
3.2 Elektrische Durchflutung . . . . .	32	6.5.1	V-Schaltung . . . . .	129
3.3 Magnetische Feldstärke und Flussdichte . . . . .	33	6.5.2	Transformatorengruppe . . . . .	129
3.4 Magnetischer Fluss und Verkettungsfluss . . . . .	35	6.6	Drehstromtransformatoren . . . . .	131
3.5 Lorentzkraft . . . . .	36	6.6.1	Allgemeines . . . . .	131
3.6 Induktion . . . . .	37	6.6.2	Eisenkern . . . . .	131
3.7 Induktiver Blindwiderstand . . . . .	41	6.6.3	Wicklung . . . . .	132
3.8 Magnetisches Feld als Energiespeicher . . . . .	45	6.6.4	Ölkessel . . . . .	134
3.9 Gleichstrom-Schalten von Spulen . . . . .	45	6.7	Schaltungen von Drehstromtransformatoren . . . . .	135
3.10 Grundlagen des Transformators . . . . .	47	6.7.1	Schaltungen der Wicklungsstränge . . . . .	135
4 Versorgung mit elektrischer Energie		6.7.2	Schaltgruppen . . . . .	137
4.1 Ströme in öffentlichen Netzen . . . . .	50	6.7.3	Parallelschalten von Transformatoren . . . . .	138
4.1.1 Stromarten für die Stromversorgung . . . . .	50	6.7.4	Drehtransformator . . . . .	140
4.1.2 Erzeugung von Drehstrom . . . . .	50	6.7.5	Transformatoren für mehr als drei Phasen . . . . .	141
4.1.3 Spannungen beim Drehstromnetz . . . . .	51	7	Drehende elektrische Maschinen	
4.1.4 Schaltungen bei Drehstrom . . . . .	52	7.1	Einteilung . . . . .	143
4.1.5 Leistungen bei Drehstrom . . . . .	53	7.2	Isolierstoffklassen . . . . .	144
4.1.6 Unsymmetrische Belastung bei 3AC . . . . .	54	7.3	Betriebsarten . . . . .	145
4.2 Grundlagen der Stromversorgung . . . . .	55	7.3.1	Allgemeines . . . . .	145
4.3 Wärmekraftwerke . . . . .	56	7.3.2	Dauerbetrieb S1 . . . . .	145
4.3.1 Verbrennungskraftwerke . . . . .	56	7.3.3	Kurzzeitbetrieb S2 . . . . .	145
4.3.2 Kernkraftwerke (Atomkraftwerke) . . . . .	59	7.3.4	Aussetzbetriebsarten . . . . .	146
4.4 Regenerative Stromerzeugung . . . . .	61	7.3.5	Ununterbrochene periodische Betriebsarten . . . . .	147
4.4.1 Wasserkraftwerke . . . . .	61	7.4	Bauformen von drehenden elektrischen Maschinen . . . . .	149
4.4.2 Regenerative thermische Stromerzeugung . . . . .	62	7.5	Effizienz von elektrischen Antrieben . . . . .	150
4.4.3 Windkraftwerke . . . . .	64	7.5.1	Wirkungsgrade nach DIN EN 60034 . . . . .	150
4.4.4 PV-Stromerzeugung . . . . .	68	7.5.2	Leistungsschild . . . . .	151
4.4.5 Stromerzeugung mit Brennstoffen . . . . .	71	7.6	Instandhaltung von elektrischen Antrieben . . . . .	152
4.4.6 Ausgleich schwankender Stromerzeugung . . . . .	73	7.6.1	Maßnahmen . . . . .	152
4.5 Stromtransport . . . . .	76	7.6.2	Elektrische Prüfungen . . . . .	152
4.5.1 Zweck der Spannungstransformation . . . . .	76	7.6.3	Mechanische Prüfungen . . . . .	157
4.5.2 Spannungsebenen . . . . .	76	7.7	Schutzarten . . . . .	161
4.5.3 Umspannwerke . . . . .	77	7.8	Grundgleichungen der drehenden elektrischen Maschinen . . . . .	163
4.5.4 Leitungen und Kabel . . . . .	80	7.9	Anschlussbezeichnung von drehenden elektrischen Maschinen . . . . .	164
4.5.5 Bemessungsstromstärke von Lasten . . . . .	83			
4.5.6 Spannungsfall an Leitungen . . . . .	85			
4.5.7 Leistungsverlust in Leitungen . . . . .	88			
4.5.8 Strombelastbarkeit von Installationsleitungen . . . . .	89			
4.5.9 Überstromschutz von Leitungen . . . . .	92			
4.5.10 Leitungsberechnung . . . . .	94			
4.5.11 Leitungsberechnung bei Oberschwingungen . . . . .	95			

<b>8</b>	<b>Maschinen mit bewegtem Magnetfeld</b>	
<b>8.1</b>	<b>Erzeugung des Drehfeldes</b>	<b>169</b>
<b>8.2</b>	<b>Drehstrom-Synchronmaschinen</b>	<b>172</b>
8.2.1	Synchrongenerator	172
8.2.2	Synchronmotoren für Drehstrom	177
8.2.3	Reluktanzmotoren	179
<b>8.3</b>	<b>Einphasen-Synchronmaschinen</b>	<b>181</b>
8.3.1	Einphasengeneratoren	181
8.3.2	Synchronmotoren für Einphasenwechselstrom	181
<b>8.4</b>	<b>Gleichstrommotoren mit Magnetläufern</b>	<b>182</b>
8.4.1	Arten der Schrittmotoren	182
8.4.2	Ansteuerschaltungen von Schrittmotoren	187
8.4.3	Betriebsverhalten der Schrittmotoren	187
8.4.4	EC-Motor	188
<b>8.5</b>	<b>Maschinen mit Kurzschlussläufern</b>	<b>190</b>
8.5.1	Aufbau des Kurzschlussläufers	190
8.5.2	Wirkungsweise des Asynchrongenerators	191
8.5.3	Wirkungsweise des Kurzschlussläufermotors	192
8.5.4	Kurzschlussläufermotoren für Einphasenwechselstrom	195
<b>8.6</b>	<b>Schleifringläufermaschinen</b>	<b>197</b>
<b>8.7</b>	<b>Sonstige Motoren mit bewegtem Magnetfeld</b>	<b>200</b>
8.7.1	Wirbelstromläufermotoren	200
8.7.2	Polumschaltbare Motoren	201
8.7.3	Spannungsumschaltbare Motoren	203
<b>8.8</b>	<b>Linearantriebe</b>	<b>203</b>
8.8.1	Linearantrieb mit drehendem Motor	203
8.8.2	Wechselstrom-Linearmotoren	204
8.8.3	Linearschrittmotoren	206
8.8.4	Schwingankermotoren	207
8.8.5	Piezomotoren	207
8.8.6	Gleichstrom-Linearmotoren	209
<b>8.9</b>	<b>Wechselstromwicklungen</b>	<b>210</b>
8.9.1	Drehstromwicklungen	210
8.9.2	Einphasenwicklungen	214
8.9.3	Umwickeln von Wechselstromwicklungen	216
<b>8.10</b>	<b>Fehler bei Drehfeldmaschinen</b>	<b>217</b>
<b>9</b>	<b>Stromwendermaschinen</b>	
<b>9.1</b>	<b>Aufbau von Gleichstrommaschinen</b>	<b>219</b>
<b>9.2</b>	<b>Wirkungsweise von Gleichstrommaschinen</b>	<b>221</b>
9.2.1	Kurvenform der induzierten Spannung	221
9.2.2	Wirkungsweise bei der Spannungserzeugung	222
9.2.3	Fremderregte Gleichstrommaschine	222
9.2.4	Weitere Gleichstrommaschinen	223
<b>9.3</b>	<b>Ankerquerfeld</b>	<b>225</b>
9.3.1	Entstehung des Ankerquerfelds	225
9.3.2	Wendepole	226
9.3.3	Kompensationswicklung	226
9.3.4	Querfeldgeneratoren	228
9.3.5	Ankerquerfeld beim Motor	228
<b>9.4</b>	<b>Gleichstrommaschine als Motor</b>	<b>229</b>
9.4.1	Wirkung des Ankers	229
9.4.2	Drehmoment und Anzugsstrom	230
9.4.3	Einstellen der Umdrehungsfrequenz	231
<b>9.5</b>	<b>Schaltungen von Gleichstrommotoren</b>	<b>231</b>
9.5.1	Fremderregter Motor	232
9.5.2	Reihenschlussmotor	233
<b>9.6</b>	<b>Stromwendermotoren für Wechselstrom</b>	<b>234</b>
9.6.1	Aufbau	234
9.6.2	Einphasen-Reihenschlussmotor	235
9.6.3	Repulsionsmotor	236
9.6.4	Linearmotor mit Stromwender	237
9.6.5	Stromwendermotoren für Drehstrom	237
<b>9.7</b>	<b>Fehler bei Stromwendermaschinen</b>	<b>238</b>
<b>9.8</b>	<b>Wicklungen von Stromwendermotoren</b>	<b>240</b>
9.8.1	Ständerwicklung von Gleichstrommaschinen	240
9.8.2	Ankerwicklung von Stromwendermaschinen	240
<b>9.9</b>	<b>Kleinstmotoren mit Kommutierung</b>	<b>244</b>
9.9.1	Mechanische Kommutierung	244
9.9.2	Elektronische Kommutierung	245
9.9.3	Getriebe für Kleinstmotoren	246
<b>10</b>	<b>Umformer</b>	
<b>10.1</b>	<b>Motorgenerator</b>	<b>247</b>
<b>10.2</b>	<b>Asynchrone Frequenzumformer</b>	<b>247</b>
<b>10.3</b>	<b>Sonstige Umformer</b>	<b>248</b>
<b>11</b>	<b>Sensoren, Steuern, Regeln</b>	
<b>11.1</b>	<b>Sensoren</b>	<b>249</b>
11.1.1	Prinzip von Sensoren	249
11.1.2	Sensoren der Steuerungstechnik	249
11.1.3	Einsatzgebiete von Sensoren	250
11.1.4	Aufbau eines Sensors	250
11.1.5	Sensorelemente	250
11.1.6	Beispiele von Sensoren	252
11.1.7	Lichtschranken	255
11.1.8	Wegmessung, Winkelmessung	256
<b>11.2</b>	<b>Steuern und Regeln</b>	<b>258</b>
11.2.1	Steuern	258
11.2.2	Regeln	259
11.2.3	Schaltende Regeleinrichtungen	261
11.2.4	Stetige Regeleinrichtungen	261
11.2.5	Kennzeichnung der Regelstrecke	262
11.2.6	Steuern und Regeln mit dem PC	263
11.2.7	Regeln mit digitalen Kompaktreglern	264
11.2.8	GRAFSET	266
<b>11.3</b>	<b>Kleinststeuerungen</b>	<b>269</b>
11.3.1	Elemente von LOGO!	269
11.3.2	Bearbeiten eines LOGO!-Projektes	271
11.3.3	Erweiterter Ausbau einer LOGO!	271
<b>11.4</b>	<b>Speicherprogrammierbare Steuerungen</b>	<b>273</b>
11.4.1	SPS-Grundlagen	273
11.4.2	Erstellung von SPS-Programmen	274
11.4.3	TIA-Portal	275
11.4.4	Funktionen einer SPS	276
11.4.5	Ablaufsteuerungen mit SPS	278
11.4.6	Bussysteme für SPS	279
11.4.7	PROFINET	280
11.4.8	Eingabe-Ausgabe-Einheiten	281
11.4.9	Fehlersichere Kommunikation	282
<b>11.5</b>	<b>Maschinensicherheit</b>	<b>284</b>
11.5.1	Sicherheitsschaltgeräte	284
11.5.2	Funktionale Sicherheit – Performance-Level	286
11.5.3	Funktionale Sicherheit nach SIL	287
<b>11.6</b>	<b>Weitere Komponenten für Steuerungen</b>	<b>289</b>
11.6.1	Nockenschalter	289
11.6.2	Schütze	290
11.6.3	Hilfsstromkreise	293
11.6.4	Halbleiterbauelemente	296
11.6.5	Halbleiterbaugruppen	302
<b>12</b>	<b>Antriebstechnik</b>	
<b>12.1</b>	<b>Anlassen von Drehfeldmotoren</b>	<b>306</b>
12.1.1	Allgemeine Bestimmungen	306

12.1.2	Anlassschaltungen für Drehstrom-Kurzschlussläufermotoren . . . . .	306	13.4.2	Netzaufbau . . . . .	379
12.1.3	Einfache Schützsicherungen . . . . .	308	13.4.3	Elektrische Wirkung auf die Umgebung . . .	380
12.1.4	Polumschaltungen . . . . .	311	<b>13.5 Hochspannungsnetze . . . . .</b>	<b>381</b>	
12.1.5	Stern-Dreieck-Schützsicherungen . . . . .	313	13.5.1	Bemessungsspannung, Aufgaben . . . . .	381
12.1.6	Anlassschaltungen für Schleifringläufermotoren . . . . .	314	13.5.2	Netzaufbau beim 110-kV-Netz . . . . .	381
12.1.7	Allgemeine Schützsicherungen . . . . .	315	13.5.3	Netzaufbau der Höchstspannungsnetze . . .	383
12.1.8	Elektronische Motorstarter . . . . .	316	13.5.4	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung HGÜ . . . . .	384
<b>12.2 Anlasserberechnung beim Schleifringläufermotor . . . . .</b>	<b>319</b>		<b>13.6 Erdungsanlagen . . . . .</b>	<b>386</b>	
<b>12.3 Bremsen von Drehstrom-Asynchronmotoren . . . . .</b>	<b>320</b>		<b>13.7 Isolatoren, Armaturen . . . . .</b>	<b>388</b>	
12.3.1	Mechanisches Bremsen mit elektrischer Steuerung . . . . .	320	13.7.1	Isolatoren . . . . .	388
12.3.2	Elektrische Bremsen . . . . .	321	13.7.2	Armaturen . . . . .	390
12.3.3	Verlustwärme beim Anlauf und Bremsen . .	324	<b>13.8 Beeinflussung der Netze . . . . .</b>	<b>393</b>	
<b>12.4 Steuerung von Stromwendermotoren . . . . .</b>	<b>325</b>		13.8.1	Blindleistung . . . . .	393
<b>12.5 Motorschutz . . . . .</b>	<b>329</b>		13.8.2	Oberschwingungen . . . . .	396
<b>12.6 Stromrichter zur Drehzahlsteuerung . . . . .</b>	<b>331</b>		13.8.3	Stromqualität . . . . .	399
12.6.1	Drehzahlsteuerung beim Universalmotor . .	331	13.8.4	Kompensation von Oberschwingungen . . .	400
12.6.2	Drehzahlsteuerung beim fremderregten Motor . . . . .	332	13.8.5	Regelung der Netzspannung . . . . .	401
12.6.3	Drehzahlsteuerung mit Gleichstromsteller .	334	13.8.6	Regelung der Netzfrequenz . . . . .	404
12.6.4	Umrichter . . . . .	335	<b>13.9 Intelligente Stromnetze (Smart Grids) . . . .</b>	<b>405</b>	
12.6.5	Stromzwischenkreis-Umrichter . . . . .	337	<b>13.10 Messen von Oberschwingungen . . . . .</b>	<b>406</b>	
12.6.6	Umrichter mit Pulsamplitudenmodulation . . . . .	337	<b>13.11 Stromhandel . . . . .</b>	<b>408</b>	
12.6.7	Umrichter mit Pulsweitenmodulation . . . .	339	<b>14 Maßnahmen für die Betriebssicherheit</b>		
12.6.8	Direktumrichter . . . . .	340	<b>14.1 Sicherheit beim Arbeiten in elektrischen Anlagen . . . . .</b>	<b>410</b>	
12.6.9	Drehstrommotor mit Stromrichter . . . . .	341	<b>14.2 Systemformen im Niederspannungsnetz . . . . .</b>	<b>414</b>	
12.6.10	Frequenzumrichter anwenden . . . . .	343	<b>14.3 Schutzmaßnahmen . . . . .</b>	<b>416</b>	
12.6.11	Untersynchrone Stromrichtererkaskade . . .	345	14.3.1	Berührungsarten . . . . .	416
12.6.12	Doppelt gespeister Asynchrongenerator . .	345	14.3.2	Stromgefährdung . . . . .	416
<b>12.7 Servomotoren . . . . .</b>	<b>347</b>		14.3.3	Basisschutz . . . . .	417
12.7.1	Anforderungen an Servomotoren . . . . .	347	14.3.4	Maßnahmen für zugleich Basisschutz und Fehlerschutz . . . . .	417
12.7.2	Drehstrommotoren als Servomotoren . . . .	348	14.3.5	Fehlerschutz . . . . .	418
12.7.3	Gleichstrommotoren als Servomotoren . . .	352	14.3.6	Zusätzlicher Schutz . . . . .	423
<b>12.8 Antriebssysteme betreiben . . . . .</b>	<b>354</b>		14.3.7	Koordination elektrischer Betriebsmittel mit Schutzfunktionen . . . . .	424
12.8.1	Informationsbeschaffung . . . . .	354	14.3.8	Schutz in elektrotechnisch überwachten Anlagen . . . . .	425
12.8.2	Auftragsplanung . . . . .	354	14.3.9	Schutzleiter und . . . . .	
12.8.3	Auftragsdurchführung . . . . .	355		Schutzpotenzialausgleichsleiter . . . . .	426
12.8.4	Auftragskontrolle . . . . .	358	<b>14.4 Prüfungen . . . . .</b>	<b>427</b>	
<b>12.9 Elektromobilität . . . . .</b>	<b>359</b>		14.4.1	Schutzklassen der Betriebsmittel . . . . .	427
12.9.1	Hybridantriebe . . . . .	359	14.4.2	Betätigungselemente in der Nähe berührungsgefährlicher Teile . . . . .	427
12.9.2	Elektrische Antriebe für die Elektromobilität	362	14.4.3	Prüfungen der Elektroinstallation . . . . .	428
12.9.3	Stromversorgung von Elektrofahrzeugen . .	364	14.4.4	Durchführung der Prüfungen . . . . .	433
<b>13 Übertragungsnetze</b>			<b>14.5 Elektromagnetische Verträglichkeit EMV . .</b>	<b>435</b>	
<b>13.1 Netzformen . . . . .</b>	<b>366</b>		<b>14.6 SSV-Anlagen . . . . .</b>	<b>442</b>	
<b>13.2 Niederspannungsnetze . . . . .</b>	<b>367</b>		<b>14.7 Elektrische Ausrüstung von Maschinen . . .</b>	<b>447</b>	
13.2.1	Netzaufbau . . . . .	367	14.7.1	Anwendungsbereich . . . . .	447
13.2.2	Niederspannungs-Freileitungen . . . . .	369	14.7.2	Begriffe . . . . .	447
13.2.3	Tragmaste . . . . .	369	14.7.3	Allgemeine Anforderung . . . . .	447
13.2.4	Endmaste . . . . .	372	14.7.4	Netzanschlüsse, Trenneinrichtung und Schalter . . . . .	449
13.2.5	Abspannmaste . . . . .	373	14.7.5	Schutz gegen elektrischen Schlag . . . . .	450
13.2.6	Abgespannte Maste . . . . .	373	14.7.6	Schutz der Ausrüstung . . . . .	451
13.2.7	Winkeltragsmaste . . . . .	373	14.7.7	Potenzialausgleich . . . . .	452
13.2.8	Winkeltragsmaste . . . . .	374	14.7.8	Steuerstromkreise . . . . .	453
13.2.9	Sondermaste . . . . .	374	14.7.9	Bedienerschnittstellen . . . . .	455
<b>13.3 Hausanschluss . . . . .</b>	<b>375</b>		14.7.10	Anordnung der Schaltgeräte . . . . .	455
13.3.1	Ausführung des Hausanschlusses . . . . .	375	14.7.11	Leiter, Leitungen, Kabel . . . . .	455
13.3.2	Bemessen der Leitungen bis zu den Stromkreisverteilern . . . . .	376	14.7.12	Verdrahtungstechnik . . . . .	456
<b>13.4 Mittelspannungsnetze . . . . .</b>	<b>379</b>		14.7.13	Sonstige Anforderungen . . . . .	457
13.4.1	Bemessungsspannung und Aufgaben . . . .	379			

<b>14.8</b>	<b>Klimatisierung</b> .....	<b>458</b>	<b>16.1.3</b>	Firewall-Systeme .....	482
14.8.1	Funktion von Klimatisierungsgeräten .....	458	<b>16.2</b>	<b>Digitalisierung</b> .....	<b>483</b>
14.8.2	Klimatisierung von Schaltschränken .....	459	16.2.1	Anwendungen .....	483
<b>14.9</b>	<b>Umweltbelastungen der Elektrotechnik</b> ...	<b>461</b>	16.2.2	RFID-Transponder .....	484
<b>15</b>	<b>Planung von elektrischen Anlagen</b>		<b>16.3</b>	<b>Smart Home</b> .....	<b>485</b>
<b>15.1</b>	<b>Betriebsorganisation</b> .....	<b>463</b>	<b>17</b>	<b>Vertiefende Bereiche</b>	
<b>15.2</b>	<b>Projektmanagement</b> .....	<b>465</b>	<b>17.1</b>	<b>Theorie der Asynchronmaschine</b> .....	<b>487</b>
<b>15.3</b>	<b>Lastenheft, Pflichtenheft</b> .....	<b>466</b>	17.1.1	Oberschwingungen .....	487
<b>15.4</b>	<b>Projektende</b> .....	<b>466</b>	17.1.2	Ersatzschaltung der Asynchronmaschine ..	489
<b>15.5</b>	<b>Projektieren einer Gebäudeinstallation</b> ...	<b>467</b>	17.1.3	Ortskurve .....	491
15.5.1	Planungsgrundlagen .....	467	17.1.4	Leerlaufversuch und Kurzschlussversuch ..	492
15.5.2	Leitungsführung in Wohngebäuden .....	469	17.1.5	Auswertung der Ortskurve .....	493
15.5.3	Kommunikationsanlagen .....	470	17.1.6	Rechengang beim Kreisdiagramm .....	495
15.5.4	Elektrische Energieeffizienz .....	471	<b>17.2</b>	<b>Weitere Drehstromwicklungen</b> .....	<b>497</b>
<b>15.6</b>	<b>Projektieren einer Maschinenausrüstung</b> ..	<b>472</b>	17.2.1	Einschichtwicklungen .....	497
15.6.1	Auswahl eines Elektromotors .....	472	17.2.2	Zweischichtwicklungen .....	498
15.6.2	Stromversorgung, Schutzeinrichtungen ...	474	17.2.3	Polumschaltbare Wicklungen .....	500
15.6.3	Steuerleitungen .....	475	<b>18</b>	<b>Anhang</b>	
15.6.4	Schaltungsaufbau .....	476	<b>18.1</b>	<b>Größen und Einheiten</b> .....	501
15.6.5	Weg zur sicheren Maschine .....	477	<b>18.2</b>	<b>Wichtige Normen</b> .....	503
15.6.6	EU-Maschinenrichtlinie .....	479	<b>18.3</b>	<b>Teile von VDE 0100</b> .....	506
<b>16</b>	<b>Internet und Digitalisierung</b>		<b>18.4</b>	<b>Kurzformen von Fachbegriffen</b> .....	508
<b>16.1</b>	<b>Internet</b> .....	<b>480</b>		<b>Literaturhinweise</b> .....	510
16.1.1	Internet-Kommunikation .....	480		<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	511
16.1.2	Gefahren durch das Internet .....	481		<b>Firmen und Dienststellen</b> .....	519