

1	Grundlagen	7	2.9.1	Rechnerische Lösung	57
1.1	Grundrechenarten	7	2.9.2	Grafische Lösung	59
1.2	Rechnen mit Brüchen	9	2.10	Gemischte Schaltungen	60
1.3	Rechnen mit Gleichungen	10	2.11	Spannungsteiler	64
1.4	Dreisatz	11	2.12	Brückenschaltungen	66
1.5	Prozentrechnen	12	2.13	Elektrische Leistung	68
1.6	Grafische Darstellung von Funktionen	13	2.14	Elektrische Arbeit und Energie	70
1.7	Winkelfunktionen	15	2.15	Wirkungsgrad	72
1.8	Winkelmaße	17	2.16	Wärmemenge	74
1.9	Satz des Pythagoras	18	3	Spannungs- und Stromquellen	75
1.9.1	Berechnung rechtwinkliger Dreiecke	18	3.1	Innenwiderstand und Kennlinien	75
1.9.2	Berechnung beliebiger Dreiecke	19	3.1.1	Innenwiderstand	75
1.10	Rechnen mit Potenzen und Wurzeln	20	3.1.2	Kennlinien	77
1.11	Rechnen mit Logarithmen	21	3.2	Reihen- und Parallelschaltung	78
1.12	Einheitenvorsätze	22	3.2.1	Reihenschaltung	78
1.13	Runden auf praktikable Werte	23	3.2.2	Parallelschaltung	79
1.14	Kreisumfang	24	3.3	Anpassung	80
1.15	Flächenberechnung	25	3.4	Photovoltaik	81
1.16	Volumenberechnung	27	3.4.1	Solarzelle und Solarmodul	81
1.17	Masse und Dichte	29	3.4.2	Photovoltaikanlagen	83
1.18	Gleichförmige geradlinige Bewegung ...	31	4	Elektrisches und magnetisches Feld	84
1.19	Kreisförmige Bewegung	32	4.1	Elektrische Feldstärke	84
1.20	Rechnen mit Kräften	33	4.2	Ladung und Kapazität von Kondensatoren	85
1.21	Rechnen mit Drehmomenten	34	4.3	Schaltung von Kondensatoren	87
1.22	Mechanische Arbeit und Leistung	35	4.4	Schaltvorgänge bei Kondensatoren	90
1.23	Druck	36	4.5	Magnetische Feldgrößen	92
1.24	Pneumatische Kolbenkraft	37	4.6	Kraftwirkung im Magnetfeld	94
1.25	Temperaturmaßstäbe	38	4.7	Magnetische Induktion	96
2	Elektrotechnische Grundlagen	39	4.8	Induktivität	97
2.1	Ladung, Spannung, Stromstärke	39	4.9	Schaltungen von Induktivitäten	98
2.1.1	Ladung	39	4.10	Schaltvorgänge bei Induktivitäten	99
2.1.2	Spannung	40	5	Informationstechnik	101
2.1.3	Stromstärke	41	5.1	Zahlensysteme	101
2.2	Stromdichte	42	5.1.1	Aufbau von Zahlen	101
2.3	Elektrischer Widerstand	43	5.1.2	Umwandlung von Zahlen	102
2.3.1	Widerstand und Leitwert.....	43	5.1.3	Rechnen mt Dualzahlen	103
2.3.2	Kennzeichnung von Widerständen	43	5.2	Logikschaltungen	104
2.4	Ohmsches Gesetz	45	5.2.1	Logische Grundfunktionen	104
2.5	Leiterwiderstand	47	5.2.2	Normalformen	106
2.6	Temperaturabhängigkeit von Widerständen	49	5.2.3	KV-Diagramm	108
2.7	Nichtlineare Widerstände	50	5.2.4	Rechenregeln	110
2.8	Reihenschaltung von Widerständen	53			
2.8.1	Rechnerische Lösung	53			
2.8.2	Grafische Lösung	55			
2.9	Parallelschaltung von Widerständen	57			

5.2.5	NAND- und NOR-Funktionen	111
5.3	Speicherkapazitäten	112

6

Grundlagen der Wechselstromtechnik 113

6.1	Kennwerte sinusförmiger Wechselgrößen	113
6.2	Kreisfrequenz und Momentanwert sinusförmiger Wechselgrößen	114
6.3	Addition sinusförmiger Wechselgrößen gleicher Fequenz	115
6.4	Analyse nichtsinusförmiger Wechselgrößen	117
6.5	Ideale Wechselstromwiderstände	118
6.5.1	Ohmscher Widerstand	118
6.5.2	Kapazitiver Blindwiderstand	119
6.5.3	Induktiver Blindwiderstand	120
6.6	Reihenschaltung ungleichartiger Lasten	121
6.6.1	Induktiver Blindwiderstand und Wirkwiderstand in Reihe (reale Spule)	121
6.6.2	Kapazitiver Blindwiderstand und Wirkwiderstand in Reihe	123
6.6.3	Wirkwiderstand, kapazitiver und induktiver Blindwiderstand in Reihe	125
6.6.4	Induktiver Blindwiderstand und Wirkwiderstand in Parallelschaltung	127
6.6.5	Kapazitiver Blindwiderstand und Wirkwiderstand in Parallelschaltung	129
6.6.6	Wirkwiderstand, kapazitiver und induktiver Blindwiderstand in Parallelschaltung	131
6.7	Leistungen im Wechselstromkreis	133
6.8	Drehstrom	135
6.8.1	Sternschaltung	135
6.8.1.1	Symmetrische Belastung	135
6.8.1.2	Unsymmetrische Belastung	137
6.8.2	Dreieckschaltung	138
6.8.2.1	Symmetrische Belastung	138
6.8.2.2	Unsymmetrische Belastung	140
6.8.3	Leistungen im Fehlerfall	141
6.9	Blindleistungskompensation	142
6.9.1	Kompensation im Einphasenwechselstromnetz	142
6.9.2	Kompensation im Drehstromnetz	143

7

Elektrische Messtechnik 144

7.1	Fehler bei der Analogmessung	144
7.2	Fehler bei der Digitalmessung	145

7.3	Messen mit dem Oszilloskop	146
7.4	Messbereichserweiterung	148
7.4.1	Spannungsmessgerät	148
7.4.2	Strommessgerät	149
7.5	Messen von Leistung und Arbeit	150
7.6	Messen über Messwandler	151

8

Elektronik 152

8.1	Diode im Gleichstromkreis	152
8.2	Gleichrichter	154
8.3	Glättung	156
8.4	Spannungsstabilisierung	157
8.4.1	Z-Diode	157
8.4.2	Spannungsregler	159
8.5	Bipolarer Transistor	160
8.5.1	Kennwerte	160
8.5.2	Kennlinien	161
8.5.3	Transistor als Schalter	162
8.5.4	Arbeitspunkteinstellung	163
8.5.4.1	Basisvorwiderstand	163
8.5.4.2	Basisspannungsteiler	165
8.5.5	Arbeitspunktstabilisierung	167
8.6	Feldeffekttransistoren	169
8.7	IGBT	171
8.8	Operationsverstärker	172
8.8.1	Invertierender Operationsverstärker	172
8.8.2	Nichtinvertierender Operationsverstärker	174
8.8.3	Summierverstärker	176
8.8.4	Differenzverstärker	178
8.8.5	Integrierer	178
8.8.6	Differenzierer	181
8.9	Leistungsventile	182
8.9.1	Wechselstromsteller	182
8.9.1.1	Phasenanschnittsteuerung	182
8.9.1.2	Schwingungspaketsteuerungen	183
8.9.2	Gleichstromstellung	184

9

Automatisierungstechnik 185

9.1	Sensoren	185
9.1.1	Binäre Näherungsschalter	185
9.1.2	Analoge Sensoren	186
9.2	Regelstrecken	187
9.2.1	Regelstrecken mit Ausgleich	187
9.2.2	Regelstrecken ohne Ausgleich	189
9.3	Stetige Regler	190
9.3.1	Proportional-Regler	190

9.3.2	Integralregler	191
9.3.3	PID-Regler (Universalregler)	192
9.4	Analog-Digital-Umsetzer.....	193

10 Anlagen- und Gebäude- technik 194

10.1	Leitungsberechnung	194
10.1.1	Strombelastbarkeit von Leitungen	194
10.1.2	Spannungsfall auf Leitungen	196
10.1.2.1	Gleichstrom- und Wechselstrom- leitungen	196
10.1.2.2	Unverzweigte Drehstromleitungen	198
10.1.2.3	Verzweigte Leitungen	200
10.1.2.4	Ringleitungen	202
10.1.2.5	Leitungsdimensionierung und Gleichzeitigkeitsfaktoren	204
10.2	Selektivität in elektrischen Anlagen	205
10.3	Schutzmaßnahmen	206
10.3.1	Schutzmaßnahmen im TN-System	206
10.3.2	Schutzmaßnahmen im TT-System	208
10.4	Beleuchtungstechnik	210
10.4.1	Lichtstrom und Lichtausbeute	210
10.4.2	Beleuchtungsstärke und Leuchten- Betriebswirkungsgrad	211
10.4.3	Lichtstärke und Lichtstärkeverteilung ...	212
10.4.4	Leuchtdichte und Reflexionsgrad.....	213
10.4.5	Bestimmung der Leuchtenzahl nach dem Wirkungsgradverfahren	214
10.4.6	Direkte Blendung (UGR-Verfahren)	217
10.5	Blitzschutzanlagen	218
10.6	Antennentechnik	220
10.6.1	Dämpfungs- und Verstärkungs- faktoren	220
10.6.2	Dämpfungs- und Verstärkungsmaße ...	221
10.6.3	Spannungspegel	222
10.6.4	Biegemoment einer Antennenanlage ...	223
10.7	Netzwerktechnik	224
10.7.1	Dämpfungs- und Verstärkungsmaße ...	224
10.7.2	Leistungspegel	225

11 Elektrische Maschinen 226

11.1	Transformatoren	226
11.1.1	Übersetzungsverhältnisse	226
11.1.2	Transformatorenhauptgleichung	229
11.1.3	Wirkungsgrad von Transformatoren	230
11.1.4	Kurzschlussspannung und Kurzschlussstrom	230
11.1.5	Spartransformator	232

11.1.6	Drehstromtransformator	233
11.2	Antriebstechnik	234
11.2.1	Drehmoment und Leistung	234
11.2.2	Riementrieb	236
11.2.3	Zahnradtrieb, Schneckenrieb	237
11.3	Drehstrommaschinen	238
11.3.1	Drehstromasynchronmotor	238
11.3.2	Synchronmotor	241
11.3.3	Synchrongenerator	242
11.4	Gleichstrommaschinen	243
11.4.1	Fremderregter Gleichstrommotor	243
11.4.2	Gleichstrom-Reihenschlussmotor (Universalmotor)	244
11.4.3	Gleichstrom-Nebenschlussmotor	245
11.4.4	Gleichstromgenerator	246
11.5	Weitere Maschinenarten	247
11.5.1	Schrittmotor	247
11.5.2	Linearmotor	248
11.5.3	Wechselstrommotoren	249
11.6	Frequenzumrichter	252

12 Betriebliches Umfeld 253

12.1	Instandhaltung	253
12.2	Qualitätssicherung	254
12.3	Kalkulation	256
12.3.1	Stundenverrechnungssatz und Materialverkaufspreis	256
12.3.2	Rechnungsstellung	257
12.3.3	Angebotserstellung	258
12.4	Lagerhaltung	260
12.4.1	Lagerkennziffern	260
12.4.2	Optimale Bestellmenge	261

13 Komplexe Aufgaben 262

13.1	Einsparungen durch Kompensation	262
13.2	Installation einer Pumpanlage	263
13.3	Installation eines Büros	264
13.4	Steuerung Reaktionsbehälter	266
13.5	Wandlaufkran	267

Anhang	268
--------------	-----

Sachwortverzeichnis	280
---------------------------	-----

Bildquellenverzeichnis	295
------------------------------	-----