

<b>1</b>	<b>Technische Mathematik</b>	<b>9</b>
1.1	Elektronischer Taschenrechner (ETR)	9
1.2	Grundrechnungsarten	10
1.2.1	Zahlen, Addition und Subtraktion	10
1.2.2	Multiplikation und Division	11
1.3	Rechnen mit Brüchen	12
1.4	Potenzen und Wurzeln	13
1.4.1	Potenzen	13
1.4.2	Wurzeln	14
1.5	Logarithmen	15
1.5.1	Rechnen mit Logarithmen	15
1.5.2	Logarithmische Massstäbe	16
1.6	Gleichungen und Formeln	17
1.6.1	Arbeiten mit Gleichungen	17
1.6.2	Arbeiten mit Formeln	18
1.6.3	Verhältnisgleichungen, Dreisatzrechnen	20
1.6.4	Verhältnisgleichungen, Prozentrechnen	20
1.7	Funktionen	21
1.8	Rechnen am Dreieck	23
1.8.1	Satz des Pythagoras	23
1.8.2	Winkelfunktionen	24
1.8.3	Winkel im Grad- und Bogenmaß	25
1.8.4	Rechnen am beliebigen Dreieck	26
1.9	Runden	27
<b>2</b>	<b>Physikalische Grundlagen</b>	<b>28</b>
2.1	Vorsätze	28
2.2	Kreisumfang, gestreckte Länge	29
2.3	Flächen	30
2.4	Rauminhalt und Masse	31
2.5	Berechnung von Spulen	32
2.6	Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit	34
2.6.1	Gleichförmige Bewegung	34
2.6.2	Kreisförmige Bewegung	35
2.7	Kräfte	36
2.8	Moment und Hebel	37
2.9	Mechanische Arbeit	38
2.10	Mechanische Leistung	39
<b>3</b>	<b>Elektrotechnische Grundlagen</b>	<b>40</b>
3.1	Umrechnen von Einheiten	40
3.2	Stromstärke und Ladung	40
3.3	Elektrische Spannung	41
3.4	Widerstand und Leitwert	41
3.5	Ohmsches Gesetz	41
3.6	Stromdichte	43
3.7	Elektrischer Widerstand	44
3.7.1	Leiterwiderstand	44
3.7.2	Widerstand und Temperatur	45
3.7.3	Übertemperatur	46
3.8	Schaltung von Widerständen	47
3.8.1	Reihenschaltung von Widerständen	47
3.8.2	Parallelschaltung von Widerständen	49
3.8.3	Gemischte Schaltungen (Gruppenschaltungen)	51
3.8.4	Spannungsteiler	54
3.8.5	Abgegliche Brückenschaltung	56
3.8.6	Unabgegliche Brückenschaltung	57
3.9	Elektrische Leistung und Arbeit	58
3.9.1	Elektrische Leistung	58
3.9.2	Elektrische Arbeit	59
3.9.3	Leistungsbestimmung mit dem Zähler	60
3.9.4	Wirkungsgrad	61
3.10	Wärmeenergie	62
3.10.1	Wärmemenge und Wassermischung	62
3.10.2	Elektrowärme und Wärmenutzungsgrad	63
3.11	Spannungszeuger	64
3.11.1	Galvanische Elemente	64
3.11.2	Schaltung von Spannungszeugern	65
3.11.3	Anpassung	67
3.11.4	Ersatzquellen	68
3.11.5	Laden und Entladen von Akkumulatoren	69
3.11.6	Fotovoltaik und Solarmodul	70
<b>4</b>	<b>Arbeiten mit Kennlinien</b>	<b>72</b>
4.1	Lineare Widerstände	72
4.2	Logarithmische Darstellung	73
4.3	Nichtlineare Widerstände	73
4.4	Ermittlung des Arbeitspunktes	75
4.4.1	Reihenschaltung linearer Widerstände	75
4.4.2	Reihenschaltung linearer und nichtlinearer Widerstände	76
4.5	Statischer und differentieller Widerstand	77
<b>5</b>	<b>Elektrisches Feld</b>	<b>78</b>
5.1	Elektrische Feldstärke	78
5.2	Kapazität von Plattenkondensatoren	79
5.3	Ladung und Energie bei Kondensatoren	80
5.4	Schaltungen von Kondensatoren	81
5.5	Laden und Entladen von Kondensatoren	82
5.5.1	Kondensatorspannung und Zeit	82
5.5.2	Kondensatorstrom und Zeit	83
<b>6</b>	<b>Magnetisches Feld</b>	<b>84</b>
6.1	Größen des magnetischen Feldes	84
6.1.1	Durchflutung und Feldstärke	84
6.1.2	Magnetischer Fluss, magnetische Flussdichte, Permeabilität	85
6.1.3	Arbeiten mit Magnetisierungskennlinien	86
6.2	Magnetische Kreise	87
6.3	Magnetische Feldkräfte	89
6.4	Elektromagnetische Induktion	90
6.5	Spule an Gleichspannung	91
<b>7</b>	<b>Wechselstrom- und Drehstromtechnik</b>	<b>92</b>
7.1	Kenngrößen der Wechselstromtechnik	92
7.2	Winkel und Winkelfunktionen	93
7.3	Augenblickswert sinusförmiger Wechselspannungen und -ströme	94
7.4	Addition sinusförmiger Wechselgrößen gleicher Frequenz	96
7.4.1	Addition von Wechselgrößen im Zeigerbild	96

<b>8</b>	<b>Messtechnik</b>	<b>135</b>
8.1	<b>Analoge Messgeräte</b>	135
8.1.1	Anzeigefehler bei analogen Messgeräten	135
8.1.2	Eigenverbrauch von analogen Messgeräten	136
8.2	<b>Digitale Messgeräte</b>	137
7.4.2	Addition sinusförmiger Wechselgrößen im Liniendiagramm	97
<b>7.5</b>	<b>Wechselstromkreis mit idealen Widerständen</b>	<b>98</b>
7.5.1	Ohmscher Widerstand im Wechselstromkreis (Wirkwiderstand)	98
7.5.2	Induktivität im Wechselstromkreis (ideale Spule)	99
7.5.3	Kapazität im Wechselstromkreis (idealer Kondensator)	100
7.5.4	Schaltungen von idealen Induktivitäten und idealen Kapazitäten	101
<b>7.6</b>	<b>Reihenschaltungen bei gemischter Belastung</b>	<b>102</b>
7.6.1	Wirkwiderstand und induktiver Blindwiderstand in Reihe	102
7.6.2	Verlustwinkel und Gütefaktor einer Spule	104
7.6.3	Reihenschaltung realer Spulen	105
7.6.4	Wirkwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand in Reihe	106
7.6.5	Wirkwiderstand, induktiver Blindwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand in Reihe	108
<b>7.7</b>	<b>Parallelschaltungen bei gemischter Belastung</b>	<b>110</b>
7.7.1	Wirkwiderstand und induktiver Blindwiderstand parallel	110
7.7.2	Parallelschaltung mehrerer Spulen	112
7.7.3	Wirkwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand parallel	114
7.7.4	Verlustwinkel und Gütefaktor eines Kondensators	116
7.7.5	Wirkwiderstand, induktiver Blindwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand parallel	117
<b>7.8</b>	<b>Schwingkreise</b>	<b>119</b>
7.8.1	Reihenschwingkreis	119
7.8.2	Parallelschwingkreis	120
<b>7.9</b>	<b>Leistung bei Wechselstrom</b>	<b>121</b>
<b>7.10</b>	<b>Siebschaltungen</b>	<b>122</b>
7.10.1	RL-Hochpass und RL-Tiefpass	122
7.10.2	RC-Hochpass und RC-Tiefpass	123
<b>7.11</b>	<b>Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)</b>	<b>124</b>
7.11.1	Sternschaltung	124
●	Sternschaltung, symmetrische Last	124
●	Sternschaltung, unsymmetrische, gleichartige Last	125
●	Sternschaltung, unsymmetrische, ungleichartige Last	126
7.11.2	Dreieckschaltung	127
●	Dreieckschaltung, symmetrische Last	127
●	Dreieckschaltung, unsymmetrische und gleichartige Last	128
●	Dreieckschaltung, unsymmetrische und ungleichartige Last	129
7.11.3	Leistung bei Dreiphasenwechselstrom	130
<b>7.12</b>	<b>Kompensation</b>	<b>132</b>
7.12.1	Kompensation bei Wechselstromverbrauchern	132
7.12.2	Kompensation bei Drehstromverbrauchern	134
<b>8.3</b>	Anzeige und Messfehler	137
<b>Echteffektivwertmessung und Messkategorie</b>	138	
<b>8.4</b>	Indirekte Widerstandsermittlung	140
<b>8.5</b>	Messen über Messwandler	141
<b>8.6</b>	Messen mit dem Oszilloskop	143
<b>9</b>	<b>Elektronik</b>	<b>146</b>
<b>9.1</b>	<b>Kühlung elektronischer Bauelemente</b>	<b>146</b>
<b>9.2</b>	<b>Leuchtdioden</b>	<b>147</b>
<b>9.3</b>	<b>Gleichrichter</b>	<b>148</b>
9.3.1	Gleichrichterschaltungen	148
9.3.2	Glättung und Siebung	150
<b>9.4</b>	<b>Bipolarer Transistor</b>	<b>152</b>
9.4.1	Kennwerte	152
9.4.2	Arbeiten mit Transistorkennlinien	153
9.4.3	Arbeitspunkteinstellung	154
9.4.4	Arbeitspunktstabilisierung	155
9.4.5	Wechselstromverstärker in Emitterschaltung	156
<b>9.5</b>	<b>Spannungsstabilisierung</b>	<b>158</b>
9.5.1	Z-Diode	158
9.5.2	Parallelstabilisierung mit Z-Diode	159
9.5.3	Reihenstabilisierung	160
9.5.4	Spannungsstabilisierung mit Spannungsreglern	161
<b>9.6</b>	<b>Transistor als Schalter</b>	<b>162</b>
<b>9.7</b>	<b>Kippschaltungen</b>	<b>163</b>
9.7.1	Astabile Kippschaltung	163
9.7.2	Monostabile Kippschaltung	164
9.7.3	Schmitt-Trigger	165
<b>9.8</b>	<b>Feldeffekttransistor (FET)</b>	<b>166</b>
9.8.1	Kenngrößen des Feldeffekttransistors	166
9.8.2	Einstellung des Arbeitspunktes	167
9.8.3	Arbeiten mit Kennlinien beim FET	169
<b>9.9</b>	<b>Operationsverstärker</b>	<b>169</b>
9.9.1	Invertierender Operationsverstärker	169
9.9.2	Nichtinvertierender Operationsverstärker	169
9.9.3	Summierverstärker (Addierer)	170
9.9.4	Differenzverstärker (Subtrahierer)	171
9.9.5	Integrierer	172
9.9.6	Differenzierer	173
<b>9.10</b>	<b>Thyristoren und Triacs</b>	<b>174</b>
9.10.1	Zünden von Thyristoren und Triacs	174
9.10.2	Gesteuerte Gleichrichter	174
9.10.3	Wechselstromsteller, Vielperiodensteuerung	176
<b>9.11</b>	<b>Digitaltechnik</b>	<b>177</b>
9.11.1	Zahlensysteme	178
●	Umwandlung von Dual- und Sedenzimalzahlen in Dezimalzahlen	178
●	Umwandlung von Dezimal- in Dual- oder in Sedenzimalzahlen	178
●	Umwandlung von Sedenzimalzahlen und Dualzahlen	179
9.11.2	Rechnen mit Dualzahlen	180
9.11.3	BCD-Code	180
9.11.4	Schaltalgebra	181
●	Rechenregeln für eine Variable und Umkehrterme	181
●	Kommutativgesetze	182
●	Assoziativgesetze	182
●	Distributivgesetze	182
●	Umkehrgesetze für mehrere Variablen	183
●	Schaltungen in NAND- oder in NOR-Technik	184

9.11.5	Analyse und Synthese von Binärschaltungen .....	185
●	Analyse von Binärschaltungen .....	185
●	Synthese von Binärschaltungen .....	186
9.11.6	Minimieren von Schaltnetzwerken .....	187
●	Algebraisches Minimieren .....	187
●	KV-Diagramm .....	188
<b>9.12</b>	<b>Datenmengen und Datenübertragungsrate .....</b>	<b>190</b>
9.12.1	Datenmengen .....	190
9.12.2	Datenübertragungsrate .....	191

## 10 Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen .....

<b>10.1</b>	<b>Schutzmaßnahmen .....</b>	<b>192</b>
10.1.1	Fehlerstromkreis .....	192
10.1.2	Isolationswiderstand von Fußböden oder Wänden .....	193
10.1.3	Schutzmaßnahmen im TN-System .....	193
10.1.4	Schutzmaßnahmen im TT-System .....	193
10.1.5	Kurzschlusschutz von isolierten Leitungen und Kabeln .....	197
10.1.6	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) .....	198

## 11 Anlagen- u. Gebäudetechnik 199

<b>11.1</b>	<b>Projektierung elektrischer Leitungen .</b>	<b>199</b>
11.1.1	Unverzweigte Leitungen für Gleichstrom ..	199
11.1.2	Unverzweigte Leitungen für Wechselstrom ..	201
11.1.3	Unverzweigte Leitungen für Drehstrom ..	203
11.1.4	Verzweigte Leitungen für Wechselstrom ..	204
11.1.5	Verzweigte Leitungen für Drehstrom ..	206
11.1.6	Ringleitungen .....	208
11.1.7	Leitungen mit Oberschwingungen .....	210
<b>11.2</b>	<b>Beleuchtungstechnik .....</b>	<b>212</b>
11.2.1	Lichtstrom und Lichtausbeute .....	212
11.2.2	Energieeffizienzklasse .....	212
11.2.3	Beleuchtungsstärke und Beleuchtungswirkungsgrad .....	213
11.2.4	Lichtstärke und Lichtstärkeverteilung .....	214
11.2.5	Entfernungsgesetz .....	215
11.2.6	Leuchtdichte .....	215
11.2.7	Raumindex .....	216
11.2.6	Beleuchtungswirkungsgrad bei Innenraumbeleuchtung .....	216
11.2.7	Ermittlung der Lampenzahl nach dem Wirkungsgradverfahren .....	217
<b>11.3</b>	<b>Antennentechnik .....</b>	<b>218</b>
11.3.1	Verstärkungsfaktor, Dämpfungsfaktor .....	218
11.3.2	Verstärkungsmaß, Dämpfungsmaß .....	219
11.3.3	Pegel .....	220
11.3.4	Mechanische Sicherheit von Antennenanlagen .....	222
<b>11.4</b>	<b>Kostenrechnen .....</b>	<b>224</b>
11.4.1	Rechnungspreis und Gewinn .....	224
11.4.2	Kostenarten .....	224
<b>11.5</b>	<b>Handelskalkulation .....</b>	<b>225</b>
<b>11.6</b>	<b>Angebotserstellung .....</b>	<b>226</b>

## 12 Elektrische Maschinen .....

<b>12.1</b>	<b>Transformatoren .....</b>	<b>228</b>
12.1.1	Einphasentransformatoren .....	228
12.1.2	Transformatoren für Dreiphasenwechselstrom ..	237
<b>12.2</b>	<b>Antriebstechnik .....</b>	<b>239</b>
12.2.1	Leistung, Drehzahl und Drehmoment .....	239
12.2.2	Übersetzungen, Riementrieb .....	240
12.2.3	Zahnradtrieb .....	241
12.2.4	Schneckentrieb .....	241
12.2.5	Mehrstufige Übersetzung .....	243
<b>12.3</b>	<b>Umlaufende elektrische Maschinen ..</b>	<b>244</b>
12.3.1	Drehfelddrehzahl .....	244
12.3.2	Synchronmaschine .....	244
12.3.3	Zahnläufer und Schrittmotor .....	246
12.3.4	Drehstromasynchronmotor .....	247
12.3.5	Wechselstromasynchronmotor .....	249
12.3.6	Asynchrone Frequenzumformer .....	250
12.3.7	Gleichstrommotoren .....	251
●	Fremderregter Gleichstrommotor .....	251
●	Gleichstrom-Nebenschlussmotor .....	252
●	Gleichstrom-Reihenschlussmotor .....	253
12.3.8	Gleichstromgeneratoren .....	254

## 13 Regelungstechnik .....

<b>13.1</b>	<b>Unstetiges Regeln .....</b>	<b>255</b>
<b>13.2</b>	<b>Stetiges Regeln .....</b>	<b>257</b>
13.2.1	Regeln mit Proportionalverhalten .....	257
13.2.2	Operationsverstärker als Regler .....	259
13.2.3	Einstellen eines stetigen Reglers .....	261

## 14 Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung .....

Aufgaben .....	262
Rechenergebnisse .....	270

## 15 Datenblätter .....

● Verlegearten von Kabeln und Leitungen .....	271
● Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen, Umrechnungsfaktoren .....	272
● Oberschwingungen .....	273
● Betriebsdaten von Drehstrommotoren .....	274
● Betriebsdaten von Kleintransformatoren .....	274
● Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen .....	275
● Elektro-Kalkulationshilfen, E-Reihen .....	276
● Licht- und Beleuchtungstechnik (1) .....	277
● Licht- und Beleuchtungstechnik (2) .....	278
● Antennentechnik .....	279
● Z-Dioden, Leuchtdioden .....	280
● Gleichrichterdiode BYT79/..., Transistor BC107 ..	281

Sachwortverzeichnis .....	282
---------------------------	-----