Kapitel 1 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

1.1 Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz ... 12
1.2 Produktsicherheitsgesetz ... 12
1.3 Gefahrstoffverordnung ... 13
1.4 Sicherheitszeichen ... 14
1.5 Erste Hilfe ... 15
Praxistipp: Gefährdungsbeurteilung ... 16
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Arbeitsschutz ... 17

Kapitel 2 Grundbegriffe der Elektrotechnik

2.1 Umgang mit physikalischen Größen ... 18
2.2 Arten von Stromkreisen ... 20
2.3 Elektrische Ladung (Elektrizitätsmenge) ... 23
2.4 Elektrische Spannung ... 25
2.4.1 Spannungserzeugung ... 25
2.4.2 Spannung am Verbraucher ... 25
2.4.3 Potenziale in elektrischen Schaltungen ... 25
2.4.4 Arten der Spannungserzeugung ... 26
2.4.5 Messen elektrischer Spannung ... 27
2.5 Elektrischer Strom ... 28
2.5.1 Elektrischer Strom in Metallen ... 29
2.5.2 Messen elektrischer Stromstärke ... 29
2.5.3 Wirkungen des elektrischen Stromes ... 30
2.5.4 Stromarten ... 31
2.5.5 Stromdichte ... 32
2.6 Elektrischer Widerstand und Leitwert ... 33
2.7 Ohmsches Gesetz ... 34
2.8 Leiterwiderstand ... 35
2.9 Temperaturabhängigkeit des Leiterwiderstandes ... 36
2.10 Bauarten von Widerständen ... 37
2.11 Elektrische Energie und Arbeit ... 39
2.11.1 Gewinnung elektrischer Energie ... 39
2.11.2 Elektrische Arbeit ... 40
2.12 Elektrische Leistung ... 41
2.13 Wirkungsgrad ... 43
2.14 Elektrowärme ... 44
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Grundbegriffe der Elektrotechnik ... 45

Kapitel 3 Grundschaltungen der Elektrotechnik

3.1 Reihenschaltung ... 46
3.1.1 Gesetze der Reihenschaltung ... 46
3.1.2 Vorwiderstände ... 48
3.1.3 Spannungsfall an Leitungen ... 49
3.2 Parallelschaltung ... 50
3.3 Gemischte Schaltungen ... 52
3.3.1 Spannungsteiler ... 52
3.3.2 Brückenschaltung ... 54
3.3.3 Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung ... 56
3.4 Spannungsquelle ... 57
3.4.1 Belastungsfälle einer Spannungsquelle ... 57
3.4.2 Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle ... 58
3.4.3 Anpassung ... 58
3.4.4 Schaltungen von Spannungsquellen ... 60
3.5 Galvanische Elemente ... 61
3.5.1 Umwandlung chemischer Energie in elektrische Energie ... 61
3.5.2 Brennstoffzellen ... 61
3.5.3 Grundbegriffe zu Primär- und Sekundärbatterien ... 62
3.5.4 Batterien (Primärbatterien) ... 63
3.5.5 Akkumulatoren (Sekundärbatterien) ... 64
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Grundschaltungen ... 67

Kapitel 4 Elektrisches Feld

4.1 Eigenschaften des elektrischen Feldes ... 68
4.2 Grundbegriffe ... 69
4.2.1 Elektrische Feldstärke ... 69
4.2.2 Elektrische Influenz und Polarisation ... 69
4.2.3 Elektrische Felder in der Praxis ... 70
4.3 Kondensator im Gleichstromkreis ... 71
4.3.1 Verhalten eines Kondensators ... 71
4.3.2 Kapazität eines Kondensators ... 71
4.3.3 Laden und Entladen von Kondensatoren ... 73
4.3.4 Energie des geladenen Kondensators ... 74
4.4 Schaltungen von Kondensatoren ... 75
4.4.1 Parallelschaltung von Kondensatoren ... 75
4.4.2 Reihenschaltung von Kondensatoren ... 75
4.5 Kenngrößen und Bauarten von Kondensatoren ... 76
4.5.1 Kenngrößen ... 76
4.5.2 Bauarten ... 76
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Elektrisches Feld ... 78

Kapitel 5 Magnetisches Feld

5.1 Eigenschaften der Magnete und Darstellungshilfen ... 79
5.2 Elektromagnetismus ... 81
5.2.1 Stromdurchflossener Leiter und Magnetfeld ... 81
5.2.2 Stromdurchflossene Spule und Magnetfeld ... 82
5.3 Magnetische Größen ... 83
5.3.1 Magnetischer Fluss Φ ... 83
5.3.2 Elektrische Durchflutung Θ ... 83
5.3.3 Magnetische Feldstärke H ... 83
5.3.4 Magnetische Flussdichte B ... 84
5.4 Eisen im Magnetfeld einer Spule ... 84
5.5 Strom und Magnetfeld ... 87
5.5.1 Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld ... 87
5.5.2 Stromdurchflossene parallele Leiter ... 89
5.5.3 Stromdurchflossene Spule im Magnetfeld ... 89
5.6 Spannungserzeugung durch Induktion ... 90
5.6.1 Generatorprinzip (Induktion der Bewegung) ... 90
5.6.2 Lenzsche Regel ... 91
5.6.3 Transformatorprinzip (Induktion der Ruhe) ... 92
5.6.4 Selbstinduktion ... 94
5.6.5 Wirbelströme ... 95
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Magnetisches Feld ... 96

Kapitel 6 Schaltungstechnik

6.1 Schaltungsunterlagen ... 97
Praxistipp: Installation einer Wechselschaltung mit Steckdose ... 99
6.2 Installationsschaltungen ... 100
6.2.1 Lampenschaltungen ... 100
6.2.2 Schaltungen mit Meldeleuchten ... 102
6.2.3 Stromstoßschaltung ... 103
6.2.4 Infrarot-Bewegungsmelder ... 103
6.2.5 Treppenlicht-Zeitschaltung ... 104
6.2.6 Hausrufanlagen ... 104
6.2.7 Haussprechanlagen ... 105

Praxistipp: Aufbau einer Video-Haussprechanlage in Bustechnik 107
6.3 Elektromagnetische Schalter 108
6.3.1 Relais 109
6.3.2 Schütze 111
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Schaltungstechnik 115

Kapitel 7 Wechselstromtechnik

7.1 Kenngrößen der Wechselstromtechnik ... 116
7.1.1 Periode und Scheitelwert 116
7.1.2 Frequenz und Periodendauer 116
7.1.3 Frequenz und Wellenlänge 117
7.2 Sinusförmige Wechselgrößen 118
7.2.1 Zeiger- und Liniendiagramm 118
7.2.2 Gradmaß, Bogenmaß und Kreisfrequenz 119
7.2.3 Scheitelwert und Effektivwert bei sinusförmigen Wechselgrößen 120
7.2.4 Zeitlicher Verlauf von Wechselgrößen 121
7.2.5 Nichtsinusförmige Spannungen und Ströme 122
7.2.6 Phasenverschiebung 123
7.2.7 Wirkwiderstand 123
7.2.8 Scheinwiderstand 123
7.3 Spule im Wechselstromkreis 124
7.4 Kondensator im Wechselstromkreis 125
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Wechselstromtechnik 126

Kapitel 8 Messtechnik

8.1 Elektrische Messgeräte 127
8.1.1 Grundbegriffe der Messtechnik 127
8.1.2 Anzeigearten von Messgeräten 128
8.1.3 Analoge Messgeräte 128
8.1.4 Digitale Messgeräte 130
8.1.5 Elektrizitätszähler 134
8.2 Praktisches Messen 136
8.2.1 Messen von Leistungen 136
8.2.2 Messen von Widerständen 136
8.2.3 Messen mit Strommesszangen 137
8.2.4 Messkategorien 137
Praxistipp: Praktisches Messen mit dem Digitalmultimeter 138
8.3 Oszilloskop 140
8.3.1 Analog-Oszilloskop 140
8.3.2 Digital-Oszilloskop (DSO) 140
Praxistipp: Messen mit einem Digital-Oszilloskop 142
Praxistipp: Messen mit dem Ozilloskop .. 143
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Messtechnik 144

Kapitel 9 Elektronik

9.1 Halbleiterwerkstoffe 145
9.2 Halbleiterwiderstände 147
9.2.1 Spannungsabhängige Widerstände (Varistoren) 147
9.2.2 Heißleiter (NTC-Widerstände) 148
9.2.3 Kaltleiter (PTC-Widerstände) 149
9.3 Halbleiterdioden 151
9.3.1 Wirkungsweise 151
9.3.2 Leistungsdioden 151
9.3.3 Z-Dioden (Begrenzerdioden) 152
9.3.4 Halbleiterkennzeichnung 153
9.3.5 Gleichrichterschaltungen 154
9.4 Transistoren 157
9.4.1 Bipolare Transistoren 157
9.5 Optoelektronik 163
9.5.1 Optoelektronische Sender 163
9.5.2 Optoelektronische Empfänger (Detektoren) . 165
9.5.3 Flüssigkristallanzeigen (LCD) 167
9.5.4 Optokoppler 167
9.6 Kühlung von Halbleiterbauelementen 168
9.7 Integrierte Schaltungen 169
9.8 Digitaltechnik 171
9.8.1 Zahlensysteme 171
9.8.2 Signalarten der Digital- und Steuerungstechnik 173
9.8.3 Grundverknüpfungen 173
9.8.4 Grundverknüpfungen mit Ausgangs- oder Eingangsnegation 175
9.8.5 Schaltkreisfamilien 177
9.8.6 Schaltungen in NAND- und in NOR-Technik . 178
9.8.7 Kippschaltungen 179
9.8.8 Kippglieder 181
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Elektrotechnik 183

Kapitel 10 Elektrische Anlagen

10.1 Energieerzeugung und Energieübertragung 184
10.2 Isolierte Leitungen, Kabel und Freileitungen 186
10.2.1 Isolierte Leitungen 186
Praxistipp: Farbkennzeichnung von Leitern (Prinzip) 189
10.2.2 Kabel für Niederspannungs- und Mittelspannungsanlagen 190
10.2.3 Freileitungen für Mittel- und Hochspannungsanlagen 190
10.2.4 Datenleitungen 191
10.2.5 Twisted-Pair-Leitung 191
10.2.6 Lichtwellenleiter (LWL) 191
Praxistipp: Verlegen von Leitungen 193
10.3 Schutz elektrischer Leitungen und Verbraucher 195
10.4 Schutzschalter 198
10.4.1 Thermischer Auslöser 198
10.4.2 Elektromagnetischer Auslöser 198
10.4.3 Leitungsschutzschalter 199
10.4.4 Selektiver Hauptleitungsschutzschalter 200
10.5 Bemessung von fest verlegten Kabeln und Leitungen 201
10.5.1 Spannungsfall an Leitungen 202
10.5.2 Anordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen 203
Praxistipp: Beispiel einer einfachen Leitungsberechnung 204
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Elektrische Anlagen 205

Kapitel 11 Schutzmaßnahmen

11.1 Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom 206
11.1.1 Wirkungen des elektrischen Stroms im menschlichen Körper 206
11.1.2 Direktes und indirektes Berühren 208
11.1.3 Fachbegriffe Schutzmaßnahmen (nach DIN VDE) 208
11.2 Sicherheitsbestimmungen für Niederspannungsanlagen 209
11.2.1 Schutzklassen 209

11.2.2 IP-Schutzarten ... 210
11.2.3 Maßnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen ... 211
11.2.4 Qualifikationen für Arbeiten in der Elektrotechnik ... 212
11.2.5 Fehlerarten in elektrischen Anlagen ... 213
11.2.6 Spannungen im Fehlerfall ... 213
11.3 Netzsysteme ... 214
11.4 Schutz gegen elektrischen Schlag ... 216
11.5 Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ... 217
11.5.1 Anforderungen an den Basisschutz ... 217
11.5.2 Anforderungen an den Fehlerschutz ... 218
11.5.3 Schutz im TN-System ... 219
11.5.4 Schutz im TT-System ... 220
11.5.5 Schutz im IT-System ... 221
11.6 Doppelte oder verstärkte Isolierung ... 222
11.7 Schutztrennung ... 222
11.8 Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV ... 223
11.9 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ... 224
11.9.1 Aufbau und Funktion ... 224
11.9.2 Anwendungen von RCDs ... 225
11.9.3 Kennwerte von RCDs ... 226
11.9.4 Auswahl und Einsatz von RCDs ... 226
11.9.5 RCD als Brandschutz ... 228
11.10 Differenzstrom-Überwachungseinrichtung 228
11.11 Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden ... 229
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Schutzmaßnahmen ... 230

Kapitel 12 Informationstechnik

12.1 Bereiche der Informationstechnik ... 231
12.2 Computer, Programme und Peripherie ... 232
12.2.1 Bestandteile und Funktionsweise eines Computers ... 232
12.2.2 Hardware, Software und Firmware ... 233
12.2.3 Computersystem ... 233
12.3 Mikrocomputer ... 234
12.4 Personal Computer (PC) ... 235
12.4.1 Komponenten eines PC ... 235
12.4.2 Mikroprozessor (CPU) ... 236
12.4.3 Halbleiterspeicher ... 237
12.4.4 Buskommunikation ... 238
12.4.5 Eingabe- und Ausgabe-Einheit ... 238
Praxistipp: Auswahl eines PC-Mainboards ... 239
12.5 Geräte für Eingabe, Ausgabe und Speicherung ... 240
12.5.1 Geräte zur Eingabe ... 240
12.5.2 Geräte zur Ausgabe ... 240
12.5.3 Periphere Geräte zur Datenspeicherung ... 242
Praxistipp: Servicearbeiten am PC ... 243
12.6 Software ... 244
12.6.1 Systemprogramme ... 244
12.6.2 Anwendungsprogramme ... 245
12.7 Vernetzung von Computern ... 246
12.7.1 Netzwerktopologien ... 246
12.7.2 Netzwerkdienste ... 246
12.7.3 Bestandteile eines lokalen Netzwerkes (LAN) in Sterntopologie ... 247
12.7.4 Netzwerkprotokoll ... 249
12.7.5 Drahtlose Netzwerke ... 250
12.7.6 Globales Netzwerk Internet ... 250
Praxistipp: Installation eines lokalen Computernetzwerkes ... 251
12.7.7 Prüfung der Netzwerkverkabelung ... 254
Praxistipp: Herstellen einer WLAN-Verbindung zu einem Netzwerk ... 255
12.8 Datensicherheit, Datenschutz und Urheberrechte ... 256
12.9 Schädliche Programme (Malware) ... 256
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Informationstechnik ... 257

Kapitel 13 Werkstoffe, Fertigungsverfahren, Umweltschutz und Energieeinsparung

13.1 Werkstoffe der Elektrotechnik ... 258
13.1.1 Leiterwerkstoffe ... 259
13.1.2 Kontaktwerkstoffe ... 260
13.1.3 Widerstandswerkstoffe ... 261
13.1.4 Magnetwerkstoffe ... 262
13.1.5 Isolierstoffe ... 264
13.2 Verbindungen (Fügen) ... 270
13.2.1 Lösbare Verbindungen in der Elektrotechnik 270
13.2.2 Unlösbare Verbindungen in der Elektrotechnik ... 270
13.3 Gedruckte Schaltungen ... 273
13.3.1 Subtraktiv-Technik ... 273
13.3.2 Additiv-Technik ... 273
13.3.3 Mehrlagen-Leiterplatten (Multilayer) ... 274
13.3.4 Drucktechniken ... 274
13.3.5 Prüfen von gedruckten Schaltungen ... 275
13.3.6 SMD-Technik ... 276
13.4 Umweltschutz ... 278
13.4.1 Umweltschutzverordnungen im Bereich der Elektrotechnik ... 278
13.4.2 Umweltschutz im Betrieb ... 279
13.4.3 Wiederverwertung und Entsorgung von Abfallstoffen ... 280
13.5 Energieeinsparung ... 282
13.5.1 Rationeller Umgang mit Energie ... 282
13.5.2 Stand-by-Betrieb ... 284
13.5.3 Tipps zum Energiesparen ... 284
Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Werkstoffe, Fertigung, Umwelt 285

Infoteil

- Wichtige Formeln ... 286
- Schaltzeichen ... 289
- Wichtige elektrotechnische Symbole ... 293
- Wichtige Prüfzeichen, Symbole und Logos ... 294
- Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren ... 295
- Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen ... 296
- Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter 297
- Strombelastbarkeit, Umrechnungsfaktoren von Kabeln und isolierten Leitungen ... 298
- Normspannungen, Normfrequenzen und deren Kennzeichnungen ... 299
- Dioden ... 300
- NPN-Transistor ... 301
- Fachbegriffe Englisch – Deutsch ... 302
- Wiederholen · Anwenden · Vertiefen: Ergebnisse der Rechenaufgaben ... 305
- Bildquellenverzeichnis ... 306
- Sachwortverzeichnis ... 307