Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen dieses Buches ... 7
Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buches ... 8

1 Grundlagen

1.1 Physikalische Größen ... 9
1.1.1 Kraftfelder ... 9
1.1.2 Masse und Kraft ... 9
1.1.3 Basisgrößen und abgeleitete Größen ... 10
1.1.4 Kraft ... 11
1.1.5 Arbeit ... 11
1.1.6 Energie ... 12
1.2 Elektrotechnische Grundgrößen ... 13
1.2.1 Ladung ... 13
1.2.2 Spannung ... 13
1.2.3 Elektrischer Strom ... 14
1.2.4 Elektrischer Widerstand ... 16
1.2.5 Ohmsches Gesetz ... 16
1.2.6 Widerstand und Temperatur ... 17
1.2.7 Stromdichte ... 18
1.2.8 Bauformen der Widerstände ... 18
1.2.8.1 Festwiderstände ... 18
1.2.8.2 Veränderbare Widerstände ... 20
1.2.8.3 Heißleiterwiderstände ... 20
1.2.8.4 Kaltleiterwiderstände ... 21
1.2.8.5 Spannungsabhängige Widerstände ... 22
1.3 Grundschaltungen ... 23
1.3.1 Bezugspfeile ... 23
1.3.2 Reihenschaltung ... 24
1.3.3 Parallelschaltung ... 26
1.3.4 Gemischte Schaltungen ... 27
1.3.4.1 Spannungsteiler ... 28
1.3.4.2 Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung ... 29

1.3.E Basics electronics ... 30

1.3.E1 Electricity and electric charge ... 30
1.3.E2 Voltage ... 30
1.3.E3 Current ... 30
1.3.E4 Ohm's Law ... 31
1.3.E5 Simple circuits ... 31
1.3.E6 Resistance and conductivity ... 32
1.3.E7 Resistors ... 32
1.4 Gefahren des elektrischen Stromes und Überstrom-Schutzeinrichtungen ... 33
1.4.1 Gefahren des elektrischen Stromes ... 33
1.4.2 Überstrom-Schutzeinrichtungen ... 34
1.5 Leistung, Arbeit, Wärme ... 36
1.5.1 Elektrische Leistung ... 36
1.5.2 Elektrische Arbeit ... 38
1.5.3 Mechanische Leistung ... 39
1.5.4 Wirkungsgrad ... 39
1.5.5 Temperatur und Wärme ... 41
1.5.6 Wärmeübertragung ... 42
1.5.7 Leistungshyperbel ... 43
1.6 Spannungserzeuger ... 44
1.6.1 Arten der Spannungserzeugung ... 44
1.6.2 Belasteter Spannungserzeuger ... 45
1.6.3 Anpassung ... 46
1.6.4 Schaltungen von Spannungserzeugern ... 47
1.6.5 Ersatzspannungsquelle ... 48
1.7 Wechselspannung und Wechselstrom ... 49

1.7.E Dangers from electric current ... 55

1.7.E1 Effects ... 55
1.7.E2 Circuit breakers and RCDs ... 55
1.8 Spannung und elektrisches Feld ... 56
1.8.1 Elektrisches Feld ... 57
1.8.2 Kondensator ... 58
1.8.3 Schaltungen von Kondensatoren ... 61
1.8.4 Kondensator im Gleichstromkreis ... 62
1.8.5 Bauformen der Kondensatoren ... 63

1.8.E Capacitance and capacitors ... 67

1.8.E1 Capacitors ... 67
1.8.E2 Types of capacitors ... 67
1.8.E3 Properties and characteristic values of capacitors ... 67

1.9 Strom und Magnetfeld ... 68
1.9.1 Magnetisches Feld ... 68
1.9.1.1 Pole des Magneten ... 68
1.9.1.2 Weißsche Bezirke ... 68
1.9.1.3 Arten magnetischer Stoffe ... 69
1.9.1.4 Magnetostriktion ... 69
1.9.1.5 Magnetische Feldlinien ... 70
1.9.1.6 Anwendung der Dauermagnete ... 70
1.9.1.7 Magnetfeld um den Strom ... 71
1.9.1.8 Magnetfeld einer vom Strom durchflossenen Spule ... 72
1.9.1.9 Magnetische Größen ... 73
1.9.1.10 Eisen im Magnetfeld einer Spule ... 75
1.9.2 Elektromagnetische Baugruppen ... 77
1.9.2.1 Elektromagnete ... 77
1.9.2.2 Relais ... 77
1.9.2.3 Schütz ... 78

1.9.E1 Electricity and magnetism ... 79

1.9.E1.1 Magnetic fields ... 79
1.9.E1.2 Electricity makes magnetism ... 79
1.9.E1.3 Electromagnetic induction ... 79
1.9.E1.4 Generators ... 79

1.9.3 Strom im Magnetfeld ... 80
1.9.4 Induktion ... 83
1.9.5 Spule im Gleichstromkreis ... 88
1.9.6 Bauformen der Spulen ... 89

1.9.E2 Technical uses of magnetism ... 91

1.9.E2.1 Contactors and relays ... 91

1.10 Strom in Festkörpern ... 92
1.10.1 Bändermodell ... 92
1.10.2 Strom in Metallen ... 92
1.10.3 Strom in Halbleitern ... 92
1.10.3.1 Bändermodell und Kristallaufbau ... 92
1.10.3.2 Eigenleitung ... 93
1.10.3.3 Störstellenleitung ... 93
1.10.4 Eigenschaften von Halbleiterbauelementen ... 94
1.10.4.1 Sperrschicht ... 94
1.10.4.2 Sperrschichtkapazität ... 95
1.10.4.3 Rückwärtsrichtung und Vorwärtsrichtung 95
1.10.4.4 Elektrischer Durchbruch ... 97
1.10.5 Halbleiterdioden ... 97
1.10.5.1 Bauformen und Kennzeichnung ... 97
1.10.5.2 Fotodioden, Fotowiderstände und Fotoelemente ... 99
1.10.5.3 Lumineszenzdioden und Optokoppler ... 101
1.10.5.4 Arbeitspunkt ... 103
1.10.5.5 Z-Dioden ... 105
1.10.5.6 Kapazitätsdioden ... 106
1.10.5.7 PIN-Dioden ... 106
1.10.5.8 Schottkydioden ... 107
1.10.5.9 Halbleiterlaser ... 107

digitalisiert durch:
IDS Luzern

1.10.E Semiconductor diodes ... 109
1.10.E1 Rectifier diode ... 109
1.10.E2 Zener diode ... 109
1.10.E3 Variable-Capacitance diode ... 110
1.10.E4 Schottky diode ... 110
1.11 Schaltungstechnik und Funktionsanalyse 111
1.11.1 Schaltungsunterlagen ... 111
1.11.2 Schaltungen mit Installationsschaltern ... 112
1.11.3 Schaltfunktion ... 112
1.11.4 Schützschaltungen ... 114
1.11.5 Schaltungen mit Zeitschaltern ... 116
1.12 Werkstoffe ... 117
1.12.1 Atommodell ... 117
1.12.2 Periodensystem ... 118
1.12.3 Chemische Bindungen ... 118
1.12.4 Säuren, Basen und Salze ... 120
1.12.5 Normung von Eisenmetallen ... 120
1.12.6 Elektrochemie ... 121
1.12.6.1 *Stromleitung in Flüssigkeiten* ... 121
1.12.6.2 Elektrolytische Elemente ... 121
1.12.7 Korrosion ... 124
1.12.8 Leiterwerkstoffe ... 125
1.12.9 Leitungen ... 125
1.12.9.1 Leitungen der Energietechnik ... 125
1.12.9.2 Leitungen der Informationstechnik ... 127
1.12.E Transmission media in computer networks ... 128
1.12.E1 Coaxial cables ... 128
1.12.E2 Twisted-pair cables ... 128
1.12.E3 Fiber-optic cables ... 128

2 Anwendungen der Grundlagen

2.1 Blindwiderstände an Wechselspannung ... 129
2.1.1 Wechselstromwiderstand des Kondensators ... 129
2.1.2 Wechselstromwiderstand der Spule ... 130
2.1.3 Schaltungen von nicht gekoppelten Spulen 131
2.2 RC-Schaltungen und RL-Schaltungen ... 132
2.2.1 Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und Blindwiderstand ... 132
2.2.2 Parallelschaltung aus Wirkwiderstand *und Blindwiderstand* ... 133
2.2.3 Verluste im Kondensator ... 135
2.2.4 Verluste in der Spule ... 136
2.2.5 Impulsverformung ... 137
2.2.6 RC-Siebschaltungen und RL-Siebschaltungen ... 139
2.3 Schwingkreise ... 143
2.3.1 Schwingung und Resonanz ... 143
2.3.2 Reihenschwingkreis ... 144
2.3.3 Parallelschwingkreis ... 145
2.3.4 Resonanzfrequenz (Eigenfrequenz) ... 146
2.3.5 Bandbreite und Güte ... 147
2.3.6 Mechanische Bandfilter ... 148
2.3.E Filters ... 149
2.4 Leistungen bei Wechselstrom ... 150
2.4.1 Wirkleistung ... 150
2.4.2 Blindleistung, Scheinleistung ... 150
2.4.3 Leistungsdreiecke ... 151
2.4.4 Leistungsfaktor ... 152
2.4.5 Dreiphasenwechselspannung, Drehstrom 153
2.4.5.1 Entstehung des Drehstromes ... 153
2.4.5.2 Sternschaltung ... 154
2.4.5.3 Dreieckschaltung ... 155
2.4.6 Kompensation von Blindwiderständen ... 156
2.5 Transformatoren ... 157
2.5.1 Wirkungsweise und Begriffe ... 157
2.5.2 Aufbau der Transformatoren ... 157
2.5.3 Idealer Transformator ... 158
2.5.4 Realer Transformator im Leerlauf ... 160
2.5.5 Realer Transformator unter Last ... 161
2.5.6 Besondere Transformatorarten ... 162
2.5.E Three-phase system and transformers ... 163
2.5.E1 Generation ... 163
2.5.E2 Star connection and delta connection ... 163
2.5.E3 Transformers ... 163
2.6 Mehrschicht-Halbleiterbauelemente ... 164
2.6.1 Bipolare Transistoren ... 164
2.6.2 Unipolare Transistoren (FET) ... 170
2.6.3 Thyristoren ... 175
2.6.4 Integrierte Schaltungen (IC) ... 178
2.6.E Bipolar transistors ... 180
2.7 *Optoelektronische Wandler* ... 181
2.7.1 Elektronenröhren ... 181
2.7.2 Bildschirme (Displays) ... 184
2.8 Stromversorgung elektronischer Schaltungen ... 187
2.8.1 Netzanschlussgerät ... 187
2.8.2 Gleichrichter ... 187
2.8.3 Gleichrichterschaltungen ... 188
2.8.4 Gleichrichter mit einstellbarer Spannung ... 191
2.8.5 Glättung der gleichgerichteten Spannung ... 192
2.8.6 Stabilisierung ... 194
2.8.6.1 Arten der Stabilisierung ... 194
2.8.6.2 Spannungsstabilisierung ... 194
2.8.6.3 Stromstabilisierung ... 196
2.8.6.4 Stabilisierung mit IC ... 197
2.8.6.5 Schaltnetzteile ... 197
2.8.6.6 SSV-Systeme ... 199
2.8.E Rectifier circuits ... 200
2.8.E1 Half-wave rectifier circuit E1 ... 200
2.8.E2 Full-wave rectifier circuit B2 ... 200
2.9 *Verstärker* ... 201
2.9.1 Grundbegriffe ... 201
2.9.2 Verstärker mit bipolaren Transistoren ... 205
2.9.2.1 Verstärkergrundschaltungen ... 205
2.9.2.2 Arbeitspunkt bei Transistoren ... 206
2.9.2.3 Emitterschaltung ... 207
2.9.2.4 Kopplung mehrstufiger Verstärker ... 209
2.9.2.5 Gegenkopplung ... 210
2.9.2.6 Gegentaktschaltungen ... 211
2.9.3 Verstärker mit Feldeffekttransistoren ... 212
2.9.4 Operationsverstärker ... 215
2.9.4.1 Eigenschaften ... 215
2.9.4.2 Schaltungsaufbau ... 216
2.9.4.3 Betriebsverhalten ... 216
2.9.4.4 Grundschaltungen ... 218
2.9.E Amplifiers ... 222
2.9.E1 Transistors as amplifiers ... 222
2.9.E2 *Direct voltage amplifiers* ... 222
2.10 Generatoren und Kippschaltungen ... 223
2.10.1 Sinusgeneratoren ... 223
2.10.2 Elektronische Schalter ... 225
2.10.3 Astabile Kippschaltung (Rechteckgenerator) ... 226
2.10.4 Sägezahngenerator ... 227
2.10.5 Bistabile Kippschaltung ... 227
2.10.6 Monostabile Kippschaltung ... 227
2.10.7 Schwellwertschalter ... 228
2.11 Messgeräte ... 229

2.11.1 Zeigermesswerke ... 229
2.11.2 Digitalmultimeter ... 231
2.11.3 Oszilloskop ... 232
2.11.3.1 Analog-Oszilloskop ... 232
2.11.3.2 Digitales Speicheroszilloskop DSO ... 236
2.11.4 PC-Messtechnik ... 238

2.11.E Measuring equipment ... 240

2.11.E1 Multimeters ... 240
2.11.E2 Oscilloscopes ... 240
2.12 Schutzmaßnahmen ... 241
2.12.1 Sicherheitsbestimmungen ... 241
2.12.2 Schutzarten elektrischer Betriebsmittel ... 243
2.12.3 Systemunabhängige Schutzmaßnahmen ... 243
2.12.4 Systemabhängige Schutzmaßnahmen ... 245
2.12.5 Prüfung der Schutzmaßnahmen ... 248
2.12.6 Unfallverhütung und Brandbekämpfung ... 248
2.12.7 Weitere Qualitätskennzeichnungen ... 249

2.12.E Protective measures ... 250

2.12.E1 Important terms and definitions ... 250
2.12.E2 Protective measures against excessive contact voltage ... 250

3 Grundlagen der Digitaltechnik

3.1 Einführung in die Digitaltechnik ... 251
3.1.1 Dualcode ... 251
3.1.2 Grundlagen der Schaltalgebra ... 252
3.1.3 Grundschaltungen ... 255
3.1.4 Binäre Elemente mit besonderen Ausgängen ... 261
3.1.5 Digitale Schaltkreisfamilien ... 262
3.2 Binäre Speicher ... 264
3.2.1 Allgemeines ... 264
3.2.2 Realisierung eines Binärspeichers ... 264
3.2.3 Asynchrone Flipflops ... 266
3.2.4 Synchrone Flipflops ... 267

3.2.E Digital technology ... 269

3.2.E1 Fundamentals of digital technology ... 269
3.2.E2 Basic logic functions ... 269

4 Einführung in die Computertechnik

4.1 Aufbau und Arbeitsweise eines PC-Systems ... 270
4.2 Externe Speicher (Massenspeicher) ... 273
4.3 Weitere Peripheriegeräte ... 274
4.4 Betriebssysteme ... 275
4.4.1 *Betriebssystemarten* ... 275
4.4.2 Installation des Betriebssystems ... 275
4.4.3 Bedienung von Windows-Komponenten ... 276
4.4.4 Dateiverwaltung (Windows-Explorer) ... 278
4.5 Datenschutz ... 279
4.6 Datensicherung ... 280
4.7 Office-Paket ... 281
4.7.1 Bestandteile eines Office-Paketes ... 281
4.7.2 Textverarbeitung ... 282
4.7.3 Tabellenkalkulation ... 283
4.8 Präsentation ... 284
4.8.1 *Präsentation erstellen* ... 284
4.8.2 Präsentationstechniken ... 285
4.9 Pflichtenheft ... 286

4.9.E Computer basics ... 287

4.9.E1 Data processing with a PC ... 287
4.9.E2 Basic parts of PC system ... 287
4.10 Programmieren in Visual Basic ... 288
4.10.1 Allgemeines ... 288
4.10.2 Projekte, Formen, Module ... 288
4.10.3 Strukturierte Anweisungen ... 288
4.10.4 Textfenster, Check-Kästchen, Buttons ... 289

5 Automatisierungstechnik

5.1 SPS ... 294
5.1.1 Funktionseinheiten ... 295
5.1.2 Sensorik und Aktorik ... 296
5.1.3 Programmierung ... 297
5.1.4 Sicherheitsaspekte ... 299
5.1.5 Programm-Entwurfsverfahren ... 300
5.2 Regeln mit dem PC ... 303
5.2.1 Der Regelkreis ... 303
5.2.2 *Der PC im Regelkreis* ... 304
5.2.3 Regeln mit unstetigen Reglern ... 305

5.E Control engineering ... 306
5.E1 Open-loop control system ... 306
5.E2 Closed-loop control system ... 306

6 Fertigungsverfahren

6.1 Hauptgruppen der Fertigung ... 307
6.2 Urformen ... 307
6.3 Umformen ... 309
6.4 Trennen ... 310
6.5 Fügen ... 312
6.6 Beschichten ... 315
6.7 Veränderung der Stoffeigenschaften ... 315
6.8 Lote und Flussmittel ... 317

7 Kundenauftrag

7.1 Phasen des Kundenauftrags ... 318
7.2 Umgang mit Kunden ... 320
7.3 Kundenservice ... 322
7.4 Kundenbindung ... 323
7.5 Kundenzufriedenheit ... 323
7.6 Beschwerdemanagement (Reklamationen) ... 324

8 Betriebswirtschaft und Geschäftsprozesse

8.1 Der Betrieb und sein Umfeld ... 326
8.1.1 Betrieb und Unternehmen ... 326
8.1.2 Marktwirtschaft und Staat ... 327
8.1.3 Interessenvertretungen ... 327
8.2 Geschäftsprozesse ... 327
8.2.1 Wertschöpfungsprozesse ... 327
8.2.2 Ablauf von Geschäftsprozessen ... 328
8.2.3 Geschäftsprozesse und betriebliche Organisation ... 329
8.2.4 Informationsbeschaffung ... 330
8.3 Verkaufsprozesse ... 331
8.3.1 *Verkaufskalkulation* ... 331
8.3.2 Erstellung eines Angebotes ... 331
8.3.3 Verträge ... 331
8.3.3.1 Kaufvertrag ... 332
8.3.3.2 Servicevertrag ... 332
8.3.3.3 Leasingvertrag und Mietvertrag ... 332
8.3.3.4 Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB) 332
8.3.4 Rechnungsstellung ... 333
8.4 Beschaffungsprozesse ... 333
8.4.1 Bestellmengenplanung ... 333
8.4.2 Anfrage ... 333
8.4.3 *Bestellung* ... 334
8.4.4 Überwachung des Beschaffungsprozesses ... 334
8.4.5 Produkthaftung ... 334
8.4.6 Technische Dokumentation ... 335

9 Anhang

Fachwortliste Englisch – Deutsch ... 336
Verzeichnis der Firmen und Dienststellen ... 338
Sachwortverzeichnis ... 339

Vordere Innenumschlagseite: Wichtige Normen
Hintere Innenumschlagseite: *Wichtige VDE-Vorschriften*