

Inhalt

Grundlagen	11
Physikalische Größen, Einheiten und Konstanten	11
Formelzeichen und Einheiten	13
Mathematische Zeichen	15
Zahlensysteme	16
Rechnen mit Dualzahlen	17
Codes	18
Mathematische Grundlagen	22
Formelumstellung	25
Flächenberechnung	26
Volumenberechnung	27
Physikalische Formeln	28
Mechanik	29
Einfache Antriebe	31
Formeln der Elektrotechnik	32
Gleichstromtechnik	32
Elektrisches Feld	36
Magnetisches Feld	38
Wechselstromtechnik	40
Drehstromtechnik	49
Symbole und Schaltzeichen der Elektrotechnik	52
Bauelemente der Elektrotechnik	63
Elektrische Widerstände	63
Nichtlineare Widerstände	66
Heißleiter	66
Kaltleiter	67
Spannungsabhängige Widerstände	67
Kondensatoren	68
Halbleiterbauelemente	71
Kennzeichnung von Halbleitern	71
Farbcodierung von Dioden	72
Bipolare Transistoren	74
Feldeffekttransistoren	76
Thyristoren	79
Optoelektronische Bauelemente	81
Operationsverstärker	85
Wichtige Kenndaten des Operationsverstärkers	85
Grundsaltungen mit Operationsverstärkern	86
Logische Verknüpfungen	88
NAND- und NOR-Schaltungstechnik	91
Bistabile Kippglieder	91
Zeitverzögerung	93
Schaltalgebra	94
Schaltkreisfamilien	95
Arbeitstabelle	96
Wahrheitstabelle	96
Kühlung von Halbleiterbauelementen	99
Elektrochemische Spannungsquellen	99
Primärelemente	99
Sekundärelemente	101
Akkumulatoren	102
Fotovoltaik	104
Errichtung elektrischer Anlagen	111
Netzsysteme	111
Elektrische Anlagen bis 1000 V, Begriffe	113
Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag	115

Wirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper	115
Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren	115
Schutz durch Kleinspannung – SELV und PELV	115
Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen	116
Schutzklassen	120
Schutzmaßnahmen im TN-System	120
Schutzmaßnahmen im TT-System	121
Schutzmaßnahmen im IT-System	122
Schutztrennung	123
Schutz durch RCD	124
RCD-Typen	124
Leitungen und Kabel	126
Leitungsberechnung	126
Mindestquerschnitte von Kabeln und Leitungen	127
Aderfarben	128
Spannungsangaben	128
Bauartkurzzeichen	129
Harmonisierte Leitungen	130
Isolierte Starkstromleitungen für feste Verlegung	131
Flexible Starkstromleitungen	134
Prüfung von Anlagen und Verbrauchsmitteln	143
Leitungsverlegung	138
Schutz von Leitungen	139
Strombelastbarkeit und Zuordnung der Überstromschutzorgane	139
Schmelzsicherungen	143
Leitungsschutzschalter	146
Erstprüfung	149
Messung der Durchgängigkeit des Schutzleiters	149
Messung des Isolationswiderstandes	151
Messung der Schleifenimpedanz	153
Messung des Erdungswiderstandes	154
Prüfung des Drehfeldes	155
Prüfung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)	155
Spannungsprüfung	157
Schutz gegen Restspannung	157
Prüfung elektrischer Geräte	157
Schutzleiterprüfung	159
Messung des Isolationswiderstandes	160
Messung des Schutzleiterstromes	161
Messung des Berührungstromes	162
Nachweis der sicheren Trennung bei SELV und PELV	163
Funktionsprüfung	164
Beurteilung, Dokumentation	164
Wiederkehrende Prüfungen	164
Blindleistungskompensation	165
Berechnung der Kompensationskondensatoren	166
Überspannungsschutz	168
Starkstromkabel	173
Steckvorrichtungen	174
Schutz- und Meldeeinrichtungen	177

Elektrische Maschinen und Antriebe **189**

Betriebsarten elektrischer Maschinen	189
Bauformen und Aufstellung	191
IP-Schutzarten	194
Wirkungsgradklassen	196
Erwärmung elektrischer Maschinen	197
Betriebswerte von oberflächengekühlten Drehstrommotoren	197
Normmaße von Drehstrommotoren	203
Drehstrom-Asynchronmotoren	205
Gleichstrommotoren	210
Schrittmotor	213
Bremsen von Elektromotoren	214

Servomotoren	215
Motorschutz	216
Standardschaltungen mit Motoren	221
Transformatoren	223
Wichtige Größen des Transformators	224
Kurzschlussspannung	225
Drehstromtransformator	226
Sondertransformatoren	228
Messwandler	230
Auswahl des Antriebsmotors	230
Kühlung	231
Anpassung an die Arbeitsmaschine	231
Inbetriebnahme elektrischer Maschinen	232
Störungen bei Elektromotoren	233

Messtechnik und Sensorik 235

Grundbegriffe der Messtechnik	235
Darstellung von Messgrößen	236
Genauigkeitsklasse	236
Sinnbilder zur Beschriftung von Messgeräten	236
Zeigermessgeräte	237
Digitale Multimeter	238
Leistungsmessung	239
Messen mit dem Oszilloskop	240
Sensoren	243
Digitales Sensorsystem	244
Schaltzeichen von Messkettengliedern	244
Temperatursensoren	245
Widerstandsmessfühler	245
Thermoelemente	246
Weg- und Winkelmessung	247
Drehzahlmessung	249
Drehgeber	250
DMS-Bauformen	251
DMS-Messschaltungen	252
Drucksensoren	255
Induktive Näherungsschalter	257
Kapazitive Näherungsschalter	259
Ultraschallsensoren	259
Optoelektronische Sensoren	260
Füllstandsmessung	263
Durchflussmessung	263

Automatisierungstechnik 265

Grundbegriffe der Steuerungstechnik	265
Schütze	267
Relais	269
Schutzbeschaltung	271
Befehls- und Meldegeräte	272
Farben für Drucktaster, Leuchtdrucktaster und Anzeigen	272
Befehlsgeber und Leuchtmelder	272
Grenztaster	273
Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	274
Binäre Verknüpfungen	275
Steueranweisungen	275
Operanden/Zuordnungsliste	276
Programmiersprachen AWL, FUP, KOP	276
Merker – Klammern	278
Abfrage von Öffnern	278
Speicher	279
Zeitfunktionen und Zähler	280

Programmsprung	282
Flankenauswertung	282
Ablaufsteuerung, Schrittsteuerung	283
Befehle, Aktionen	284
Lineare Schrittkette	285
Verzweigung, Sprung und Schleife	287
GRAFCET	287
Strukturierte Programmierung	289
Programmbausteine	289
Sprachelemente, Datentypen und Variablen	290
Variablen und Variablendeklaration	291
Strukturierter Text	292
Wortverarbeitung	294
Operationen und Operanden	294
Arithmetische Funktionen	295
Vergleichsfunktionen	295
Analogwertverarbeitung	295
Kleinststeuerung	296
Regelungstechnik	298
Regelkreis	298
Elemente einer Regelstrecke	299
Zeitverhalten von Führungsgrößen	299
Zeitverhalten von Regelkreisgliedern	300
Stetige Regeleinrichtungen	300
Stetige Regeleinrichtungen mit Operationsverstärkern	303
Regelstrecken	304
Zeitverhalten von Regelstrecken	305
Einstellung von Reglern	306
Verlauf eines Regelvorganges	306
Reglereinstellung nach Ziegler und Nichols	306
Reglereinstellung nach Chien, Hrones und Reswick	307
Zweipunktregeleinrichtung	307
Industriebussysteme	308
ASI-Bus	309
Profibus	312
Interbus	316
CAN-Bus	316
Profinet-Industrial Ethernet	317
Maschinensicherheit	318
Sicherheitskategorien	319
Risikobeurteilung	320
Not-Befehlseinrichtung	302
Sicherheitsbeurteilung von Steuerungen	322
Not-Aus und Drahtbruchsicherheit	324
Zweihandverriegelung	325
Beschaltung einer SPS	325
Selbstüberwachende Sicherheitsschaltung	326
Not-Aus-Schaltgerät	326
Erdschlusssicherheit	327
Steuertransformator	328
Netzanschluss	328
Toleranzbereich der Versorgungsspannung	329
Elektromagnetische Verträglichkeit	330

Stromrichter **335**

Kennzeichnung von Stromrichtern	335
Ungesteuerte Stromrichter (Gleichrichter)	336
Gesteuerte Stromrichter	336
Wechselrichter	341
Drehzahlsteuerung von Drehfeldmaschinen	342
Betriebsdiagramm von Stromrichterantrieben	344
Gleichstromsteller	345
Wechselstromsteller	345

Schutz von Halbleitern und Stromrichtern	346
Halbleiterschütz	347
Softstarter	348
Frequenzumrichter	353
Netz- und Geräteventile	355
Schaltschrank und Leitungsführung	355
Spannungsversorgung von Betriebsmitteln	356
Kenndaten von Gleichrichterschaltungen zur Spannungsversorgung	356
Siebschaltungen und Spannungsstabilisierung	357
Schaltnetzteile	358
Oberschwingungen	360

Installationstechnik 363

Sicherheitsregeln	363
Arbeiten unter Spannung	363
Zulässiger Spannungsfall	364
Installationsrohre	364
Installationsschaltungen	366
Schalten von Leuchtstofflampen	369
Licht- und Beleuchtungstechnik	369
Beleuchtungsberechnung	370
Lampendaten	372
Leuchtdioden	374
LED-Lampen	376
Lichtfarbe und Farbwiedergabeeigenschaften	380
Anwendung von Leuchtstofflampen	380
Lampentypen und Sockel	381
Kennzeichnung von Leuchten	382
Vorschaltgeräte von Leuchtstofflampen	383
Gebäudesystemtechnik (EIB/KNX)	383
Aufbau des Bussystems	384
Linien und Bereiche	385
Topologie des Bussystems mit Linien und Bereichen	386
Busstrukturen	387
Busleitung	387
Informationsübermittlung	388
Adressierung	388
Telegrammaufbau	390
Powernet	390
KNX-Funk	390
Räume mit elektrischen Anlagen	390
Elektrische Betriebsstätten	390
Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten	391
Batterieräume und Ladestationen	391
Trockene Räume	391
Feuchte und nasse Räume	391
Anlagen im Freien	391
Feuergefährdete Betriebsstätten	392
Räume mit Badewanne oder Dusche	393
Baustellen	396
Explosionsgefährdete Bereiche	397

Technische Dokumentation 405

Normung	405
Technisches Zeichnen	405
Papierformate	405
Beschriftung	406
Maßstäbe	406
Linien	406
Projektionen	406
Körperansichten	407

Bemaßung	408
Gewinde	411
Kennzeichnung von Schaltplänen	411
Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel	412
Stromlaufpläne	417
Regeln für Stromlaufpläne	417
Klemmverbindungen	419
Übergangswiderstand von Klemmen	420
Kontakttabellen	421
Hauptstromkreis und Steuerstromkreis	423
Anschlussstabelle (Klemmenplan)	425
Anordnungsplan	425
Stromkreisverteiler	426
Ortsbezogene Pläne	426
Programmablaufplan (Flussdiagramm)	425
Elementare Programmstrukturen	427
Fluidtechnik	429
Grafische Symbole	429
Wegeventile	431
Pneumatik	431
Grundsaltungen der Elektropneumatik	436
Hydraulik	438
Instandhaltung	441
Dokumentation	443
Dokumentation eines betrieblichen Auftrags	444
Betriebsanleitung	445
Bedienungsanleitung	446
Kurzanleitung	446
Produktinformation	446
Lastenheft, Pflichtenheft	446

Informationstechnik	449
Anschlüsse eines Personalcomputers	449
Schnittstellen	449
Speichermedien	452
LAN/WLAN	453
Topologien	454
Wireless LAN	454
PC-Netzwerke	455
Netzwerkleitungen	455
Netzwerkkomponenten	457
Netzwerkprotokolle	458
Ethernet	458
Echtzeit-Ethernet	459
Industrial Ethernet	459
Datensicherheit	460
Verfahren der Datensicherung	460
Datenschutzstrategie	460
Virenschutz	461
Datenschutz	461
Bundesdatenschutzgesetz	461
Maßnahmen zum Datenschutz	461
Sicherheitskennzeichen	462
Farben und Formen	462
Verbotszeichen	462
Warnzeichen	463
Brandschutzzeichen	464
Gebotszeichen	464
Rettungszeichen	465
Gefahrensymbole	465
Kennzeichen von Druckgasflaschen	466
Prüfzeichen	467
Bezeichnung der besonderen Gefahren (R-Sätze)	467

Sicherheitsratschläge (S-Sätze)	468
GHS/CLP	469
Kennzeichnung von Rohrleitungen	471
Gefahrstoffe am Arbeitsplatz	472
Lärmschutz	473
Entsorgung von Abfällen	474
Verpackungsverordnung	475
Persönliche Schutzausrüstung	476
Verhalten in Notfällen	477
Notfall-Rettungskette	477

Berufsübergreifende Qualifikationen	479
Produktionsfaktoren	479
Betrieb und Unternehmung	479
Umwelt und Betrieb	480
Kernqualifikationen	481
Arbeitsvertrag	481
Arbeitszeit, Arbeitszeugnis, Arbeitsschutz	482
Weiterbildung	483
Kündigung und Kündigungsschutz	484
Versicherungsarten, Versicherungsprinzipien	485
Gesetzliche Sozialversicherung	485
Lohn- und Gehaltsabrechnung	487
Arbeitsgericht	487
Sozialgericht	488
Tarifrecht	488
Betriebsrat	489
Jugend- und Auszubildendenvertretung	490
Rechtsgeschäfte	490
Besitz und Eigentum	490
Rechtsfähigkeit, Geschäftsfähigkeit	491
Betriebliche Kennzahlen	491
Kalkulation	492
Kaufvertrag	495
Abschreibung	495
Rechtsformen der Unternehmung	496
Qualitätsmanagement	498

Anhang	513
Spezifischer Widerstand, spezifische Leitfähigkeit, Temperaturbeiwert	513
Beziehung zwischen Einheiten	514
Dielektrizitätszahlen fester und flüssiger Stoffe	519
Permeabilitätszahlen von Werkstoffen	520
Koerzitivfeldstärken magnetischer Werkstoffe	520
Eisenblechkerne	521
Dauermagnetwerkstoffe	522
Stoffabscheidung durch Elektrolyse	524
Lote	524
Kunststoffe	525
Widerstandswerkstoffe	528
Heizleiterwerkstoffe	528
Kontaktwerkstoffe	528
Wichtige VDE-Vorschriften	529

Sachwortverzeichnis	533
shortregister	553