

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
Grundschaltungen 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	107
Netzsysteme	107
Elektrische Anlagen bis 1000 V, Begriffe	109
Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag	111
Wirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper	111

Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren	111
Schutz durch Kleinspannung – SELV und PELV	111
Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen	112
Schutzklassen	116
Schutzmaßnahmen im TN-System	116
Schutzmaßnahmen im TT-System	117
Schutzmaßnahmen im IT-System	118
Schutztrennung	119
Schutz durch RCD	120
RCD-Typen	120
Leitungen und Kabel	121
Leitungsberechnung	121
Mindestquerschnitte von Kabeln und Leitungen	122
Aderfarben	122
Spannungsangaben	123
Bauartkurzzeichen	123
Harmonisierte Leitungen	125
Leitungsverlegung, Strombelastbarkeit, Leitungsschutz	130
Prüfung von Anlagen und Verbrauchsmitteln	141
Ersprüfung	141
Messung der Durchgängigkeit des Schutzleiters	141
Messung des Isolationswiderstandes	143
Messung der Schleifenimpedanz	145
Messung des Erdungswiderstandes	146
Prüfung des Drehfeldes	147
Prüfung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)	147
Spannungsprüfung	149
Schutz gegen Restspannung	149
Prüfung elektrischer Geräte	149
Wiederholungsprüfungen	150
Schutzleiterprüfung	151
Messung des Isolationswiderstandes	152
Messung des Schutzleiterstromes	153
Messung des Berührungsstromes	154
Nachweis der sicheren Trennung bei SELV und PELV	155
Funktionsprüfung	155
Beurteilung, Dokumentation	155
Blindleistungs-Kompensation	157
Berechnung der Kompensationskondensatoren	158
Blindleistungsregler	158
Kompensation von Transformatoren	160
Kompensation von Asynchronmotoren	160
Kompensation von Entladungslampen	160
Überspannungsschutz	160
Schutzkonzept	162
Auswahl der Ableiter	163
Starkstromkabel	165
Steckvorrichtungen	166

Elektrische Maschinen und Antriebe

Betriebsarten elektrischer Maschinen	171
Bauformen und Aufstellung	173
IP-Schutzarten	176
Erwärmung elektrischer Maschinen	179
Betriebswerte von oberflächengekühlten Drehstrommotoren	179
Normmaße von Drehstrommotoren	185
Drehstrom-Asynchronmotoren	187
Kondensaormotor	190
Gleichstrommotoren	192
Schrittmotoren	195
Bremsen von Elektromotoren	196
Servomotoren	197

Motorschutz	198
Standardschaltungen mit Elektromotoren	203
Transformatoren	205
Wichtige Größen des Transformators	206
Kurzschlussspannung	207
Drehstromtransformator	208
Sondertransformatoren	210
Messwandler	212
Auswahl des Antriebsmotors	212
Kühlung	213
Anpassung an die Arbeitsmaschine	213
Inbetriebnahme elektrischer Maschinen	214
Störungen bei Elektromotoren	215
Messtechnik und Sensorik	217
Grundbegriffe der Messtechnik	217
Darstellung von Messgrößen	218
Genauigkeitsklasse	218
Sinnbilder zur Beschriftung von Messgeräten	218
Zeigermessgeräte	219
Digitale Multimeter	220
Leistungsmessung	221
Messen mit dem Oszilloskop	222
Sensoren	225
Digitales Sensorsystem	226
Schaltzeichen von Messkettengliedern	226
Temperatursensoren	227
Widerstandsmessfühler	227
Thermoelemente	228
Weg- und Winkelmessung	229
Drehzahlmessung	231
Drehgeber	232
DMS-Bauformen	233
DMS-Messschaltungen	234
Drucksensoren	237
Induktive Näherungsschalter	239
Kapazitive Näherungsschalter	241
Ultraschallsensoren	241
Optoelektronische Sensoren	242
Füllstandsmessung	245
Durchflussmessung	245
Automatisierungstechnik	247
Grundbegriffe der Steuerungstechnik	247
Schütze	249
Relais	251
Schutzbeschaltung	253
Befehls- und Meldegeräte	254
Farben für Drucktaster, Leuchtdrucktaster und Anzeigen	254
Befehlsgenerator und Leuchtmelder	254
Grenztaster	255
Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	256
Binäre Verknüpfungen	257
Steueranweisungen	257
Operanden/Zuordnungsliste	258
Programmiersprachen AWL, FUP, KOP	258
Merker-Klammern	260
Abfrage von Öffnern	260
Speicher	261
Zeitfunktionen und Zähler	262
Programmsprung	264

Flankenauswertung	264
Ablaufsteuerung, Schrittsteuerung	265
Befehle, Aktionen	266
Lineare Schrittfolge	268
Verzweigung, Sprung und Schleife	269
GRAFCET	269
Strukturierte Programmierung	271
Programmbausteine	271
Sprachelemente, Datentypen und Variablen	272
Variablen und Variablen Deklaration	273
Strukturierter Text	274
Wortverarbeitung	276
Operationen und Operanden	276
Arithmetische Funktionen	277
Vergleichsfunktionen	277
Analogwertverarbeitung	277
Kleinsteuerung	278
Regelungstechnik	280
Regelkreis	280
Elemente einer Regelstrecke	281
Zeitverhalten von Führungsgrößen	281
Zeitverhalten von Regelkreisgliedern	282
Stetige Regeleinrichtungen	282
Stetige Regeleinrichtungen mit Operationsverstärkern	285
Regelstrecken	286
Zeitverhalten von Regelstrecken	287
Einstellung von Reglern	288
Verlauf eines Regelvorganges	288
Reglereinstellung nach Ziegler und Nichols	288
Reglereinstellung nach Chien, Hrones und Reswick	289
Zweipunktregeleinrichtung	289
Industriebussysteme	290
ASi-Bus	291
Profibus	294
Interbus	298
CAN-Bus	298
Profinet-Industrial Ethernet	299
Maschinensicherheit	300
Sicherheitskategorien	301
Risikobeurteilung	302
Not-Befehleinrichtung	306
Not-Aus und Drahtbruchsicherheit	307
Zweihandverriegelung	307
Beschaltung einer SPS	307
Selbstüberwachende Sicherheitsschaltung	308
Not-Aus-Schaltgerät	308
Erdschlussicherheit	309
Steuertransformator	310
Netzanschluss	310
Toleranzbereich der Versorgungsspannung	311
Elektromagnetische Verträglichkeit	312
EMV-Normen	312
Filtreinsatz	314
Stromrichter	317
Kennzeichnung von Stromrichtern	317
Ungesteuerte Stromrichter (Gleichrichter)	318
Gesteuerte Stromrichter	318
Wechselrichter	321
Drehzahlsteuerung von Drehfeldmaschinen	324
Betriebsdiagramm von Stromrichterantrieben	326
Gleichstromsteller	327

Wechselstromsteller	327
Schutz von Halbleitern und Stromrichtern	328
Halbleiterschütz	329
Softstarter	330
Frequenzumrichter	335
Netz- und Geräteventile	337
Schalschrank und Leitungsführung	338
Spannungsversorgung von Betriebsmitteln	338
Kenndaten von Gleichrichterschaltungen zur Spannungsversorgung	339
Siebschaltungen und Spannungsstabilisierung	339
Schaltnetzteile	340
Oberschwingungen	342
Installationstechnik	345
Sicherheitsregeln	345
Arbeiten unter Spannung	345
Zulässiger Spannungsfall	346
Installationsrohre	346
Technische Dokumentation	349
Normung	349
Technisches Zeichnen	349
Papierformate	349
Beschriftung	349
Maßstäbe	349
Linien	349
Projektionen	349
Körperansichten	351
Bemaßung	352
Gewinde	355
Kennzeichnung von Schaltplänen	355
Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel	356
Stromlaufpläne	361
Regeln für Stromlaufpläne	361
Klemmverbindungen	363
Übergangswiderstand von Klemmen	364
Kontakttabellen	365
Hauptstromkreis und Steuerstromkreis	367
Anschlusstabelle (Klemmenplan)	369
Anordnungsplan	369
Stromkreisverteiler	370
Programmablaufplan (Flussdiagramm)	371
Elementare Programmstrukturen	371
Metalltechnische Bemaßung	374
Spezielle Maße	377
Maßeintragung	378
Toleranzen	380
Toleranzangaben in Zeichnungen	384
Formtoleranzen	385
Lagetoleranzen	386
Allgemeintoleranzen	388
Passungen	389
Auswahl von Passungen	390
System Einheitsbohrung	392
System Einheitswelle	394
Grenzabmaße für Bohrungen	396
Grenzabmaße für Wellen	396
Oberflächenangaben	398
Wärmebehandelte Werkstücke in Zeichnungen	402
Beschichtete Oberflächen	405
Schweißen und Löten	405

Darstellung von Schweißnähten	405
Bemaßung von Schweißnähten	408
Stoß- und Nahtarten	407
Symbole der Schweißtechnik	408
Kennzahlen für Schweiß- und Lötverfahren	409
Schweißpositionen	410
Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen	410
Gewindedarstellung	411
Löcher, Schrauben, Niete	413
Darstellung und Bemaßung von Löchern	414
Darstellung und Bemaßung von Gewinden	415
Darstellung und Bemaßung von Senkungen	417
Darstellung von Zentrierbohrungen	419
Rändel	420
Freistische	421
Schraffuren	421
Werkstückkanten	422
Zahnräder, Sinnbilder für Getriebepläne	425
Dichtelemente	426
Wälzlager	428
Federn	430
Gewindeausläufe, Gewindefreistische	431
Freistische, Zentrierbohrungen	432
Senkungen	434

Informationstechnik	439
Anschlüsse eines Personalcomputers	439
Schnittstellen	439
Speichermedien	442
LAN/WLAN	443
Topologien	444
Wireless LAN	444
PC-Netzwerke	445
Netzwerkleitungen	445
Server	447
Netzwerkkomponenten	447
Netzwerkprotokolle	448
Ethernet	448
Echtzeit-Ethernet	449
Industrial Ethernet	449
Datensicherheit	450
Verfahren der Datensicherung	450
Datenschutzstrategie	450
Virenschutz	451
Datenschutz	451
Bundesdatenschutzgesetz	451
Maßnahmen zum Datenschutz	451

Anhang	937
Spezifischer Widerstand	937
Spezifische Leitfähigkeit	937
Temperaturbeiwert	937
Beziehung zwischen Einheiten	938
Längeneinheiten	939
Flächeneinheiten	939
Volumeneinheiten	940
Masseeinheiten	941
Geschwindigkeits- und Beschleunigungseinheiten	942

Dielektrizitätszahlen fester und flüssiger Stoffe	944
Permeabilitätszahlen	944
Magnetisierungskurven	944
Koerzitivfeldstärken.....	944
Eisenblechkerne	945
Dauermagnetwerkstoffe	944
Werkstoffe für Gleichstromkreise.....	947
Stoffabscheidung durch Elektrolyse	948

Sachwortverzeichnis	949
----------------------------------	------------

Normenverzeichnis	965
shortregister Elektrotechnik	979
shortregister Metalltechnik	987