

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen	7	1.8.E	Capacitors and capacitance	73
Kapitelwegweiser	8	1.8.E1	Capacitors	73
1	Grundlagen	1.8.E2	Types of capacitors	73
1.1	Physikalische Größen	1.8.E3	Properties and characteristic values of capacitors	73
1.1.1	Kraftfelder	1.9	Strom und Magnetfeld	74
1.1.2	Masse und Kraft	1.9.1	Magnetisches Feld	74
1.1.3	Basisgrößen, Einheiten und abgeleitete Einheiten	1.9.1.1	Pole des Magneten	74
1.1.4	Kraft	1.9.1.2	Weiß'sche Bezirke	74
1.1.5	Arbeit	1.9.1.3	Arten magnetischer Stoffe	75
1.1.6	Energie	1.9.1.4	Magnetostriktion	75
1.2	Elektrotechnische Grundgrößen	1.9.1.5	Magnetische Feldlinien	76
1.2.1	Ladung	1.9.1.6	Anwendung der Dauermagnete	76
1.2.2	Spannung	1.9.1.7	Magnetfeld um den Strom	77
1.2.3	Elektrischer Strom	1.9.1.8	Magnetfeld einer vom Strom durchflossenen Spule	78
1.2.4	Elektrischer Widerstand	1.9.1.9	Magnetische Größen	79
1.2.5	Ohm'sches Gesetz	1.9.1.10	Eisen im Magnetfeld einer Spule	81
1.2.6	Widerstand und Temperatur	1.9.2	Elektromagnetische Baugruppen	83
1.2.7	Stromdichte	1.9.2.1	Elektromagnete	83
1.2.8	Bauformen der Widerstände	1.9.2.2	Relais	83
1.2.8.1	Festwiderstände	1.9.2.3	Schütz	84
1.2.8.2	Veränderbare Widerstände	1.9.E	Electricity and magnetism	86
1.2.8.3	Heißleiterwiderstände NTC	1.9.E1	Magnetic fields	86
1.2.8.4	Kaltleiterwiderstände PTC	1.9.E2	Electricity makes magnetism	86
1.2.8.5	Spannungsabhängige Widerstände	1.9.E3	Electromagnetic induction	86
1.3	Grundschaltungen	1.9.E4	Generators	86
1.3.1	Bezugspfeile	1.9.3	Strom im Magnetfeld	87
1.3.2	Reihenschaltung	1.9.4	Induktion	90
1.3.3	Parallelschaltung	1.9.5	Spule im Gleichstromkreis	96
1.3.4	Gemischte Schaltungen	1.9.6	Bauformen der Spulen	96
1.3.4.1	Spannungsteiler	1.9.E2	Technical uses of magnetism	99
1.3.4.2	Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung	1.9.E2	Contactors and relays	99
1.3.E	Basic electronics	1.10	Halbleiter	100
1.3.E1	Electricity and electric charge	1.10.1	Bändermodell	100
1.3.E2	Voltage	1.10.2	Eigenleitung	101
1.3.E3	Current	1.10.3	Störstellenleitung	101
1.3.E4	Ohm's Law	1.10.4	Halbleiterdioden	102
1.3.E5	Simple circuits	1.10.4.1	Sperrschicht	102
1.3.E6	Resistance and conductivity	1.10.4.2	Sperrschichtkapazität	102
1.3.E7	Resistors	1.10.4.3	Rückwärtsrichtung und Vorwärtsrichtung ..	102
1.4	Gefahren des elektrischen Stromes und Überstrom-Schutzeinrichtungen	1.10.4.4	Elektrischer Durchbruch	104
1.4.1	Gefahren des elektrischen Stromes	1.10.4.5	Bauformen und Kennzeichnung	105
1.4.2	Die 5 Sicherheitsregeln	1.10.4.6	Fotodioden, Fotowiderstände und Fotoelemente	107
1.5	Leistung, Arbeit, Wärme	1.10.4.7	LED und Optokoppler	109
1.5.1	Elektrische Leistung	1.10.4.8	Arbeitspunkt	111
1.5.2	Elektrische Arbeit	1.10.4.9	Z-Dioden	114
1.5.3	Mechanische Leistung	1.10.4.10	Kapazitätsdioden	115
1.5.4	Wirkungsgrad	1.10.4.11	PIN-Dioden	115
1.5.5	Temperatur und Wärme	1.10.4.12	Schottkydioden	116
1.5.6	Wärmeübertragung	1.10.4.13	Leistungsdioden	116
1.5.7	Leistungshyperbel	1.10.4.14	Halbleiterlaser	116
1.6	Spannungserzeuger	1.10.E	Semiconductor diodes	118
1.6.1	Arten der Spannungserzeugung	1.10.E1	Rectifier diode	118
1.6.2	Belastungsfälle einer Spannungsquelle ..	1.10.E2	Zener diode	118
1.6.3	Anpassung	1.10.E3	Variable capacitance diode	119
1.6.4	Schaltungen von Spannungserzeugern ..	1.10.E4	Schottky diode	119
1.6.5	Ersatzspannungsquelle	1.11	Schaltungstechnik und Funktionsanalyse	120
1.7	Wechselspannung und Wechselstrom	1.11.1	Schaltungsunterlagen	120
1.7.E	Dangers from electric current	1.11.2	Referenzkennzeichnung in der Elektrotechnik	121
1.7.E1	Effects	1.11.2	Schaltungen mit Installationsschaltern ..	122
1.7.E2	Circuit breakers and RCDs	1.11.3	Schaltfunktion	122
1.8	Spannung und elektrisches Feld	1.11.4	Schützschaltungen	124
1.8.1	Elektrisches Feld	1.11.5	Schaltungen mit Zeitschaltern	126
1.8.2	Kondensator	1.12	Werkstoffe	127
1.8.3	Schaltungen von Kondensatoren	1.12.1	Atommodell	127
1.8.4	Kondensator im Gleichstromkreis	1.12.2	Periodensystem	128
1.8.5	Bauformen der Kondensatoren	1.12.3	Chemische Bindungen	128

1.12.4	Säuren, Basen und Salze	130	2.7.E	Bipolar transistors	195
1.12.5	Normung von Eisenmetallen	130	2.8	Bildausgabegeräte	196
1.12.6	Elektrochemie	131	2.8.1	Beamer	196
1.12.6.1	Stromleitung in Flüssigkeiten	131	2.8.2	LC-Bildschirme (Liquid Crystal Display)	197
1.12.6.2	Elektrolytische Elemente	131	2.8.3	Aufbau eines LC-Bildschirms	199
1.12.7	Korrosion	134	2.8.4	Pixeldichte und Betrachtungsabstand	199
1.12.8	Leiterwerkstoffe	135	2.8.5	Monitorbildschirme	200
1.12.9	Leitungen	135	2.8.6	TV-Geräte	200
1.12.9.1	Leitungen der Energietechnik	135	2.8.7	Sehbereich und Farbräume von LCD	201
1.12.9.2	Leitungen der Informationstechnik	137	2.9	Stromversorgung	202
1.12.E	Transmission media in computer networks	138		elektronischer Schaltungen	202
1.12.E1	Coaxial cables	138	2.9.1	Netzgeräte	202
1.12.E2	Twisted-pair cables	138	2.9.2	Prinzip der Gleichrichtung	202
1.12.E3	Fiber-optic cables	138	2.9.3	Gleichrichterschaltungen	203
2	Anwenden der Grundlagen		2.9.4	Gleichrichter mit einstellbarer Spannung	206
2.1	Blindwiderstände an sinusförmiger Wechselspannung	139	2.9.5	Glättung der gleichgerichteten Spannung	207
2.1.1	Blindwiderstände an Wechselspannung	139	2.9.6	Stabilisieren	209
2.1.1.1	Wechselstromwiderstand des Kondensators	139	2.9.6.1	Stabilisierungsfaktor	209
2.1.2	Wechselstromwiderstand der Spule	140	2.9.6.2	Lineare Spannungsregler	210
2.1.3	Schaltungen von nicht gekoppelten Spulen	141	2.9.6.3	Schaltregler für Festspannungen	213
2.2	RC-Schaltungen und RL-Schaltungen	142	2.9.7	Unterbrechungsfreie Stromversorgung USV	215
2.2.1	Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und Blindwiderstand	142	2.9.E	Rectifier circuits	216
2.2.2	Parallelschaltung aus Wirkwiderstand und Blindwiderstand	143	2.9.E1	Half-wave rectifier circuit E1	216
2.2.3	Verluste im Kondensator	145	2.9.E2	Full-wave rectifier circuit B2	216
2.2.4	Verluste in der Spule	146	2.10	Verstärker	217
2.2.5	Impulsverformung	148	2.10.1	Grundbegriffe	217
2.2.6	Passive Filterschaltungen	150	2.10.2	Verstärker mit bipolaren Transistoren	221
2.3	Schwingkreise	154	2.10.2.1	Verstärkergrundschaltungen	221
2.3.1	Schwingung und Resonanz	154	2.10.2.2	Arbeitspunkt	222
2.3.2	Reihenschwingkreis	155	2.10.2.3	Emitterschaltung	223
2.3.3	Parallelschwingkreis	156	2.10.2.4	Verstärker für den D-Betrieb	225
2.3.4	Eigen- und Resonanzfrequenz	157	2.10.2.5	Gegenkopplung	226
2.3.5	Bandbreite und Güte	158	2.10.2.6	Gegentaktschaltungen	227
2.3.6	Mechanische Bandfilter	159	2.10.3	Verstärker mit Feldeffekttransistoren	228
2.3.E	Filters	161	2.10.4	Operationsverstärker	232
2.4	Leistungen bei Wechselstrom	162	2.10.4.1	Schaltungen mit Operationsverstärkern	234
2.4.1	Wirkleistung	162	2.10.E	Amplifiers	240
2.4.2	Blindleistung, Scheinleistung	162	2.10.E1	Transistor as amplifier	240
2.4.3	Leistungsdreiecke	163	2.10.E2	Operational amplifier (OpAmp)	240
2.4.4	Leistungsfaktor	164	2.10.E3	Operational amplifier as inverting amplifier	240
2.4.5	Kompensation von Blindleistung	165	2.11	Generatoren und Kippschaltungen	241
2.5	Transformatoren	166	2.11.1	Sinusgeneratoren	241
2.5.1	Wirkungsweise und Begriffe	166	2.11.2	Elektronische Schalter	243
2.5.2	Aufbau von Transformatoren	166	2.11.3	Astabile Kippschaltung (Rechteckgenerator)	244
2.5.3	Idealer Transformator	167	2.11.4	Sägezahngenerator	245
2.5.4	Realer Transformator im Leerlauf	169	2.11.5	Bistabile Kippschaltung	245
2.5.5	Realer Transformator unter Last	170	2.11.6	Monostabile Kippschaltung	245
2.5.6	Besondere Transformatorarten	171	2.11.7	Schwellwertschalter	246
2.6	Dreiphasenwechselspannung, Drehstrom	173	2.12	Messgeräte	248
2.6.1	Entstehung der Dreiphasenwechselspannung	173	2.12.1	Zeigermesswerke	248
2.6.2	Sternschaltung	174	2.12.2	Digitalmultimeter	250
2.6.3	Dreieckschaltung	175	2.12.3	Digitales Speicheroszilloskop DSO	251
2.6.E	Transformers and three-phase system	177	2.12.4	Scopemeter	255
2.6.E1	Generation	177	2.12.5	PC-Oszilloskop	256
2.6.E2	Star connection and delta connection	177	2.12.6	PC-Messtechnik	257
2.6.E3	Transformers	177	2.12.E	Measuring equipment	258
2.7	Transistoren	178	2.12.E1	Multimeters	258
2.7.1	Bipolare Transistoren	178	2.12.E2	Oscilloscopes	258
2.7.2	Feldeffekttransistoren FET	185	2.13	Schutzmaßnahmen	259
2.7.3	Bauelemente der Leistungselektronik	190	2.13.1	Sicherheitsbestimmungen	259
2.7.3.1	Thyristoren	190	2.13.2	Schutzarten elektrischer Betriebsmittel	261
2.7.3.2	Triac und Diac	192	2.13.3	Systemunabhängige Schutzmaßnahmen	261
2.7.4	Integrierte Schaltungen IC	193	2.13.4	Systemabhängige Schutzmaßnahmen	263
			2.13.5	Prüfung von Schutzmaßnahmen	266
			2.13.6	Unfallverhütung und Brandbekämpfung	266
			2.13.7	Weitere Qualitätskennzeichnungen	267
			2.13.8	EU-Maschinenrichtlinie	268
			2.13.9	Funktionale Sicherheit nach SIL	268
			2.13.10	Performance-Level	269

2.13.E	Protective Measures	270	5.E	Control Engineering	334
2.13.E1	Important terms and definitions	270	5.E1	Open-loop control system	334
2.13.E2	Protective measures against excessive contact voltages	270	5.E2	Closed-loop control system	334
3	Digitaltechnik	271	6	Fertigungsverfahren	335
3.1	Einführung in die Digitaltechnik	271	6.1	Hauptgruppen der Fertigung	335
3.1.1	Dualcode	271	6.2	Urformen	335
3.1.2	Binäre Elemente	272	6.3	Umformen	336
3.1.3	Grundlagen der Schaltalgebra	274	6.4	Trennen	336
3.2	Kombinatorische Schaltungen	276	6.5	Fügen	338
3.2.1	Weitere binäre Elemente	276	6.6	Beschichten	340
3.2.2	Analyse und Synthese von Schaltungen	277	6.7	Veränderung der Stoffeigenschaften	340
3.3	Daten von binären Elementen	281	6.8	Lote und Flussmittel	342
3.3.1	Binäre Elemente mit besonderen Ausgängen	281	6.9	Leiterplatten	343
3.3.2	Digitale Schaltkreisfamilien	282	6.9.1	Basismaterial	343
3.4	Sequenzielle Digitaltechnik (Schaltwerke)	284	6.9.2	Leiterplattenherstellung	344
3.4.1	Binärspeicher	284	7	Kundenauftrag	347
3.4.2	Asynchrone Kippglieder (Flipflops)	286	7.1	Phasen des Kundenauftrags	347
3.4.3	Synchrone Kippglieder (Flipflops)	287	7.2	Umgang mit Kunden	349
3.4.4	Zeitgeber mit dem Timer NE555	289	7.3	Kundenservice	351
3.2.E	Digital technology	290	7.4	Kundenbindung	351
3.2.E1	Fundamentals of digital technology	290	7.5	Kundenzufriedenheit	352
3.2.E2	Basic logic functions	290	7.6	Beschwerdemanagement (Reklamationen)	353
3.2.E3	Working with datasheets	291	8	Betriebswirtschaft und Geschäftsprozesse	356
4	Einführung in die Computertechnik	292	8.1	Der Betrieb und sein Umfeld	356
4.1	Aufbau und Arbeitsweise eines PC-Systems	292	8.1.1	Betrieb und Unternehmen	356
4.2	Massenspeicher	295	8.1.2	Marktwirtschaft und Staat	357
4.3	Weitere Peripheriegeräte	296	8.1.3	Interessenvertretungen	357
4.4	Datensicherung	297	8.2	Geschäftsprozesse	357
4.5	Datenschutz	298	8.2.1	Wertschöpfungsprozesse	357
4.6	EU-Datenschutzgrundverordnung DSGVO	299	8.2.2	Ablauf von Geschäftsprozessen	358
4.7	Mit Excel arbeiten	300	8.2.3	Geschäftsprozesse und betriebliche Organisation	359
4.8	Präsentationstechniken	302	8.2.4	Informationsbeschaffung	360
4.9	Elektronische Schaltungen simulieren	303	8.3	Verkaufsprozesse	361
4.9.1	Analoge Schaltungen simulieren mit Multisim	303	8.3.1	Verkaufskalkulation	361
4.9.2	Analoge Schaltungen mit PSpice simulieren	306	8.3.2	Erstellung eines Angebots	361
4.9.3	Digitale Schaltungen mit PSpice simulieren	309	8.3.3	Verträge	361
4.9.E	Computer basics	310	8.3.3.1	Kaufvertrag	362
4.9.E1	Data processing with a PC	310	8.3.3.2	Servicevertrag	362
4.9.E2	Basic parts of a PC system	310	8.3.3.3	Leasingvertrag und Mietvertrag	362
4.10	Sensor-Element (Messgrößenaufnehmer)	311	8.3.3.4	Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB)	362
4.10.1	Sensorarten	311	8.3.4	Rechnungsstellung	363
4.10.2	Anschlusstechniken von Sensoren	312	8.4	Beschaffungsprozesse	363
4.10.3	Sensoren/Aktoren an Feldbus und IO-Link	313	8.4.1	Bestellmengenplanung	363
4.10.4	Wichtige Sensoren	314	8.4.2	Anfrage	363
5	Automatisierungstechnik	315	8.4.3	Pflichtenheft	364
5.1	Kleinststeuerungen	315	8.4.4	Bestellung	365
5.2	Mikrocontroller-Systeme	318	8.4.5	Überwachung des Beschaffungsprozesses	365
5.2.1	ARDUINO	318	8.4.6	Produkthaftung	365
5.2.2	Raspberry Pi	319	8.4.7	Technische Dokumentation	366
5.3	SPS	320		Fachwortliste Englisch – Deutsch	368
5.3.1	Funktionseinheiten	321		Verzeichnis der Firmen und Dienststellen	370
5.3.2	Sensorik und Aktorik	322		Sachwortverzeichnis	371
5.3.3	Programmierung	323		Referenzkennzeichen	381
5.3.4	Sicherheitsaspekte	325		Vorsätze	382
5.3.5	Programm-Entwurfsverfahren	326		Wichtige Normen	383
5.4	Regeln mit dem PC	329		Bildquellenverzeichnis	384
5.4.1	Der Regelkreis	329			
5.4.2	Der PC im Regelkreis	330			
5.4.3	Regeln mit unstetigen Reglern	331			
5.4.4	Digitalregler	332			