

Inhaltsverzeichnis

	Formelzeichen	7		Schaltungen von Kondensatoren	66
	Kapitelwegweiser	8		Kondensator im Gleichstromkreis	67
	Indizes und Zeichen für Formelzeichen	U3		Bauformen der Kondensatoren	68
1	Grundlagen		1.8.E	Capacitors and capacitance	73
1.1	Physikalische Größen	9	1.8.E1	Capacitors	73
1.1.1	Kraftfelder	9	1.8.E2	Types of capacitors	73
1.1.2	Masse und Kraft	9	1.8.E3	Properties and characteristic values of capacitors	73
1.1.3	Basisgrößen, Einheiten und abgeleitete Einheiten	10	1.9	Strom und Magnetfeld	74
1.1.4	Kraft	11	1.9.1	Magnetisches Feld	74
1.1.5	Arbeit	11	1.9.1.1	Pole des Magneten	74
1.1.6	Energie	12	1.9.1.2	Weiß'sche Bezirke	74
1.2	Elektrotechnische Grundgrößen	13	1.9.1.3	Arten magnetischer Stoffe	75
1.2.1	Ladung	13	1.9.1.4	Magnetostriktion	75
1.2.2	Spannung	13	1.9.1.5	Magnetische Feldlinien	76
1.2.3	Elektrischer Strom	14	1.9.1.6	Anwendung der Dauermagnete	76
1.2.4	Elektrischer Widerstand	16	1.9.1.7	Magnetfeld um den Strom	77
1.2.5	Ohm'sches Gesetz	16	1.9.1.8	Magnetfeld einer vom Strom durchflossenen Spule	78
1.2.6	Widerstand und Temperatur	17	1.9.1.9	Magnetische Größen	79
1.2.7	Stromdichte	18	1.9.1.10	Eisen im Magnetfeld einer Spule	81
1.2.8	Bauformen der Widerstände	18	1.9.2	Elektromagnetische Baugruppen	83
1.2.8.1	Festwiderstände	18	1.9.2.1	Elektromagnete	83
1.2.8.2	Veränderbare Widerstände	20	1.9.2.2	Relais	83
1.2.8.3	Heißleiterwiderstände NTC	20	1.9.2.3	Schütz	84
1.2.8.4	Kaltleiterwiderstände PTC	21	1.9.E	Electricity and magnetism	86
1.2.8.5	Spannungsabhängige Widerstände	22	1.9.E1	.. Magnetic fields	86
1.3	Grundschaltungen	24	1.9.E2	.. Electricity makes magnetism	86
1.3.1	Bezugspfeile	24	1.9.E3	.. Electromagnetic induction	86
1.3.2	Reihenschaltung	25	1.9.E4	.. Generators	86
1.3.3	Parallelschaltung	27	1.9.3	.. Strom im Magnetfeld	87
1.3.4	Gemischte Schaltungen	28	1.9.4	.. Induktion	90
1.3.4.1	Spannungsteiler	29	1.9.5	.. Spule im Gleichstromkreis	96
1.3.4.2	Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung	30	1.9.6	.. Bauformen der Spulen	96
1.3.E	Basic electronics	32	1.9.E2	Technical uses of magnetism	99
1.3.E1	Electricity and electric charge	32	1.9.E2	.. Contactors and relays	99
1.3.E2	Voltage	32	1.10	Halbleiter	100
1.3.E3	Current	32	1.10.1	Bändermodell	100
1.3.E4	Ohm's Law	33	1.10.2	Eigenleitung	101
1.3.E5	Simple circuits	33	1.10.3	Störstellenleitung	101
1.3.E6	Resistance and conductivity	34	1.10.4	Halbleiterdioden	102
1.3.E7	Resistors	34	1.10.4.1	Sperrschicht	102
1.4	Gefahren des elektrischen Stromes und Überstrom-Schutzrichtungen	35	1.10.4.2	Sperrschichtkapazität	102
1.4.1	Gefahren des elektrischen Stromes	35	1.10.4.3	Rückwärtsrichtung und Vorwärtsrichtung	102
	Die 5 Sicherheitsregeln	35	1.10.4.4	Elektrischer Durchbruch	104
1.4.2	Überstrom-Schutzrichtungen	36	1.10.4.5	Bauformen und Kennzeichnung	105
1.5	Leistung, Arbeit, Wärme	38	1.10.4.6	Fotodioden, Fotowiderstände und Fotoelemente	107
1.5.1	Elektrische Leistung	38	1.10.4.7	LED und Optokoppler	109
1.5.2	Elektrische Arbeit	40	1.10.4.8	Arbeitspunkt	111
1.5.3	Mechanische Leistung	41	1.10.4.9	Z-Dioden	114
1.5.4	Wirkungsgrad	41	1.10.4.10	Kapazitätsdioden	115
1.5.5	Temperatur und Wärme	43	1.10.4.11	PIN-Dioden	115
1.5.6	Wärmeübertragung	44	1.10.4.12	Schottkydioden	116
1.5.7	Leistungshyperbel	45	1.10.4.13	Leistungsdioden	116
1.6	Spannungserzeuger	47	1.10.5.14	Halbleiterlaser	116
1.6.1	Arten der Spannungserzeugung	47	1.10.E	Semiconductor diodes	118
1.6.2	Belastungsfälle einer Spannungsquelle	48	1.10.E1	Rectifier diode	118
1.6.3	Anpassung	49	1.10.E2	Zener diode	118
1.6.4	Schaltungen von Spannungserzeugern	50	1.10.E3	Variable capacitance diode	119
1.6.5	Ersatzspannungsquelle	51	1.10.E4	Schottky diode	119
1.7	Wechselspannung und Wechselstrom	53	1.11	Schaltungstechnik und Funktionsanalyse	120
1.7.E	Dangers from electric current	60	1.11.1	Schaltungsunterlagen	120
1.7.E1	Effects	60	1.11.2	Referenzkennzeichnung in der Elektrotechnik	121
1.7.E2	Circuit breakers and RCDs	60	1.11.2	Schaltungen mit Installationsschaltern	122
1.8	Spannung und elektrisches Feld	61	1.11.3	Schaltfunktion	122
1.8.1	Elektrisches Feld	61			
1.8.2	Kondensator	63			

1.11.4	Schützsaltungen	124	2.6.E3	Transformers	177
1.11.5	Saltungen mit Zeitschaltern	126	2.7	Transistoren	178
1.12	Werkstoffe	127	2.7.1	Bipolare Transistoren	178
1.12.1	Atommodell	127	2.7.2	Feldeffekttransistoren FET	185
1.12.2	Periodensystem	128	2.7.3	Bauelemente der Leistungselektronik	190
1.12.3	Chemische Bindungen	128	2.7.3.1	Thyristoren	190
1.12.4	Säuren, Basen und Salze	130	2.7.3.2	Triac und Diac	192
1.12.5	Normung von Eisenmetallen	130	2.7.4	Integrierte Schaltungen (IC)	193
1.12.6	Elektrochemie	131	2.7.E	Bipolar transistors	195
1.12.6.1	Stromleitung in Flüssigkeiten	131	2.8	Bildausgabegeräte	196
1.12.6.2	Elektrolytische Elemente	131	2.8.1	Beamer	196
1.12.7	Korrosion	134	2.8.2	LC-Bildschirme (Liquid Chrystal Display)	197
1.12.8	Leiterwerkstoffe	135	2.8.3	Aufbau eines LC-Bildschirms	199
1.12.9	Leitungen	135	2.8.4	Pixeldichte und Betrachtungsabstand	199
1.12.9.1	Leitungen der Energietechnik	135	2.8.5	Monitorbildschirme	200
1.12.9.2	Leitungen der Informationstechnik	137	2.8.6	TV-Geräte	200
1.12.E	Transmission media in computer networks	138	2.8.7	Sehbereich und Farbräume von LCD	201
1.12.E1	Coaxial cables	138	2.9	Stromversorgung	202
1.12.E2	Twisted-pair cables	138		elektronischer Schaltungen	202
1.12.E3	Fiber-optic cables	138	2.9.1	Netzgeräte	202
2	Anwendung der Grundlagen		2.9.2	Prinzip der Gleichrichtung	202
2.1	Blindwiderstände an sinusförmiger Wechselspannung	139	2.9.3	Gleichrichterschaltungen	203
2.1.1	Blindwiderstände an Wechselspannung	139	2.9.4	Gleichrichter mit einstellbarer Spannung	206
2.1.1.1	Wechselstromwiderstand des Kondensators	139	2.9.5	Glättung der gleichgerichteten Spannung	207
2.1.2	Wechselstromwiderstand der Spule	140	2.9.6	Stabilisieren	209
2.1.3	Saltungen von nicht gekoppelten Spulen	141	2.9.6.1	Stabilisierungsfaktor	209
2.2	RC-Saltungen und RL-Saltungen	142	2.9.6.2	Lineare Spannungsregler	210
2.2.1	Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und Blindwiderstand	142	2.9.6.3	Schaltregler für Festspannungen	213
2.2.2	Parallelschaltung aus Wirkwiderstand und Blindwiderstand	143	2.9.7	Unterbrechungsfreie Stromversorgung USV	215
2.2.3	Verluste im Kondensator	145	2.9.E	Rectifier circuits	216
2.2.4	Verluste in der Spule	146	2.9.E1	Half-wave rectifier circuit E1	216
2.2.5	Impulsverformung	148	2.9.E2	Full-wave rectifier circuit B2	216
2.2.6	Passive Filterschaltungen	150	2.10	Verstärker	217
2.3	Schwingkreise	154	2.10.1	Grundbegriffe	217
2.3.1	Schwingung und Resonanz	154	2.10.2	Verstärker mit bipolaren Transistoren	221
2.3.2	Reihenschwingkreis	155	2.10.2.1	Verstärkergrundschaltungen	221
2.3.3	Parallelschwingkreis	156	2.10.2.2	Arbeitspunkt	222
2.3.4	Eigen- und Resonanzfrequenz	157	2.10.2.3	Emitterschaltung	223
2.3.5	Bandbreite und Güte	158	2.10.2.4	Verstärker für den D-Betrieb	225
2.3.6	Mechanische Bandfilter	159	2.10.2.5	Gegenkopplung	226
2.3.E	Filters	161	2.10.2.6	Gegentaktschaltungen	227
2.4	Leistungen bei Wechselstrom	162	2.10.3	Verstärker mit Feldeffekttransistoren	228
2.4.1	Wirkleistung	162	2.10.4	Operationsverstärker	232
2.4.2	Blindleistung, Scheinleistung	162	2.10.4.1	Saltungen mit Operationsverstärkern	234
2.4.3	Leistungsreiecke	163	2.10.E	Amplifiers	240
2.4.4	Leistungsfaktor	164	2.10.E1	Transistor as amplifier	240
2.4.5	Kompensation von Blindwiderständen	165	2.10.E2	Operational amplifier (OpAmp)	240
2.5	Transformatoren	166	2.10.E3	Operational amplifier as inverting amplifier	240
2.5.1	Wirkungsweise und Begriffe	166	2.11	Generatoren und Kippaltungen	241
2.5.2	Aufbau von Transformatoren	166	2.11.1	Sinusgeneratoren	241
2.5.3	Idealer Transformator	167	2.11.2	Elektronische Schalter	243
2.5.4	Realer Transformator im Leerlauf	169	2.11.3	Astabile Kippaltung (Rechteckgenerator)	244
2.5.5	Realer Transformator unter Last	170	2.11.4	Sägezahngenerator	245
2.5.6	Besondere Transformatorarten	171	2.11.5	Bistabile Kippaltung	245
2.6	Dreiphasenwechselspannung, Drehstrom	173	2.11.6	Monostabile Kippaltung	245
2.6.1	Entstehung der Dreiphasenwechselspannung	173	2.11.7	Schwellwertshalter	246
2.6.2	Sternschaltung	174	2.12	Messgeräte	248
2.6.3	Dreieckschaltung	175	2.12.1	Zeigermesswerke	248
2.6.E	Transformers and three-phase system	177	2.12.2	Digitalmultimeter	250
2.6.E1	Generation	177	2.12.3	Digitales Speicheroszilloskop DSO	251
2.6.E2	Star connection and delta connection	177	2.12.4	Scopemeter	255
			2.12.5	PC-Oszilloskop	256
			2.12.6	PC-Messtechnik	257
			2.12.E	Measuring equipment	258
			2.12.E1	Multimeters	258
			2.12.E2	Oscilloscopes	258

2.13	Schutzmaßnahmen	259	5.2.1	ARDUINO	318
2.13.1	Sicherheitsbestimmungen	259	5.2.2	Raspberry Pi	319
2.13.2	Schutzarten elektrischer Betriebsmittel	261	5.3	SPS	320
2.13.3	Systemunabhängige Schutzmaßnahmen	261	5.3.1	Funktionseinheiten	321
2.13.4	Systemabhängige Schutzmaßnahmen	263	5.3.2	Sensorik und Aktorik	322
2.13.5	Prüfung von Schutzmaßnahmen	266	5.3.3	Programmierung	323
2.13.6	Unfallverhütung und Brandbekämpfung	266	5.3.4	Sicherheitsaspekte	325
2.13.7	Weitere Qualitätskennzeichnungen	267	5.3.5	Programm-Entwurfsverfahren	326
2.13.8	EU-Maschinenrichtlinie	268	5.4	Regeln mit dem PC	329
2.13.9	Funktionale Sicherheit nach SIL	268	5.4.1	Der Regelkreis	329
2.13.10	Performance Level	269	5.4.2	Der PC im Regelkreis	330
2.13.E	Protective Measures	270	5.4.3	Regeln mit un stetigen Reglern	331
2.13.E1	Important terms and definitions	270	5.4.4	Digitalregler	332
2.13.E2	Protective measures against excessive contact voltages	270	5.E	Control Engineering	334
3	Digitaltechnik		5.E1	Open-loop control system	334
3.1	Einführung in die Digitaltechnik	271	5.E2	Closed-loop control system	334
3.1.1	Dualcode	271	6	Fertigungsverfahren	
3.1.2	Binäre Elemente	272	6.1	Hauptgruppen der Fertigung	335
3.1.3	Grundlagen der Schaltalgebra	274	6.2	Urformen	335
3.2	Kombinatorische Schaltungen	276	6.3	Umformen	336
3.2.1	Weitere binäre Elemente	276	6.4	Trennen	336
3.2.2	Analyse und Synthese von Schaltungen	277	6.5	Fügen	338
3.3	Daten von binären Elementen	281	6.6	Beschichten	340
3.3.1	Binäre Elemente mit besonderen Ausgängen	281	6.7	Veränderung der Stoffeigenschaften	340
3.3.2	Digitale Schaltkreisfamilien	282	6.8	Lote und Flussmittel	342
3.4	Sequenzielle Digitaltechnik (Schaltwerke)	284	6.9	Leiterplatten	343
3.4.1	Binärspeicher	284	6.9.1	Basismaterial	343
3.4.2	Asynchrone Kippglieder (Flipflops)	286	6.9.2	Leiterplattenherstellung	344
3.4.3	Synchrone Kippglieder (Flipflops)	287	7	Kundenauftrag	
3.4.4	Zeitgeber mit dem Timer NE555	289	7.1	Phasen des Kundenauftrags	347
3.2.E	Digital technology	290	7.2	Umgang mit Kunden	349
3.2.E1	Fundamentals of digital technology	290	7.3	Kundenservice	351
3.2.E2	Basic logic functions	290	7.4	Kundenbindung	351
3.2.E3	Working with datasheets	291	7.5	Kundenzufriedenheit	352
4	Einführung in die Computertechnik		7.6	Beschwerdemanagement (Reklamationen)	353
4.1	Aufbau und Arbeitsweise eines PC-Systems	292	8	Betriebswirtschaft und Geschäftsprozesse	
4.2	Massenspeicher	295	8.1	Der Betrieb und sein Umfeld	356
4.3	Weitere Peripheriegeräte	296	8.1.1	Betrieb und Unternehmen	356
4.4	Datensicherung	297	8.1.2	Marktwirtschaft und Staat	357
4.5	Datenschutz	298	8.1.3	Interessenvertretungen	357
4.6	EU-Datenschutzgrundverordnung DSGVO	299	8.2	Geschäftsprozesse	357
4.7	Mit Excel arbeiten	300	8.2.1	Wertschöpfungsprozesse	357
4.8	Präsentationstechniken	302	8.2.2	Ablauf von Geschäftsprozessen	358
4.9	Elektronische Schaltungen simulieren	303	8.2.3	Geschäftsprozesse und betriebliche Organisation	359
4.9.1	Analoge Schaltungen simulieren mit Multisim	303	8.2.4	Informationsbeschaffung	360
4.9.2	Analoge Schaltungen mit PSpice simulieren	306	8.3	Verkaufsprozesse	361
4.9.3	Digitale Schaltungen mit PSpice simulieren	309	8.3.1	Verkaufskalkulation	361
4.9.E	Computer basics	310	8.3.2	Erstellung eines Angebots	361
4.9.E1	Data processing with a PC	310	8.3.3	Verträge	361
4.9.E2	Basic parts of a PC system	310	8.3.3.1	Kaufvertrag	362
4.10	Sensor-Elemente (Messgrößenaufnehmer)	311	8.3.3.2	Servicevertrag	362
4.10.1	Sensorarten	311	8.3.3.3	Leasingvertrag und Mietvertrag	362
4.10.2	Anschlusstechniken von Sensoren	312	8.3.3.4	Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB)	362
4.10.3	Sensoren/Aktoren an Feldbus und IO-Link	313	8.3.4	Rechnungsstellung	363
4.10.4	Wichtige Sensoren	314	8.4	Beschaffungsprozesse	363
5	Automatisierungstechnik		8.4.1	Bestellmengenplanung	363
5.1	Kleinststeuerungen	315	8.4.2	Anfrage	363
5.2	Microcontroller-Systeme	318	8.4.3	Pflichtenheft	364
			8.4.4	Bestellung	365
			8.4.5	Überwachung des Beschaffungsprozesses	365
			8.4.6	Produkthaftung	365
			8.4.7	Technische Dokumentation	366
				Fachwortliste Englisch – Deutsch	368
				Verzeichnis der Firmen und Dienststellen	370
				Sachwortverzeichnis	371

Formelzeichen dieses Buches					
Formelzeichen	Bedeutung	Formelzeichen	Bedeutung	Formelzeichen	Bedeutung
Kleinbuchstaben		Großbuchstaben		Griechische Kleinbuchstaben	
<i>a</i>	1. Beschleunigung 2. Dämpfungsmaß	<i>A</i>	1. Fläche, Querschnitt 2. Ablenkkoeffizient 3. Dämpfungsmaß	α (alpha)	1. Winkel 2. Temperaturkoeffizient
<i>b</i>	1. Ladungsträgerbeweglichkeit	<i>B</i>	1. Magnetische Flussdichte 2. Blindleitwert 3. Gleichstromverhältnis 4. Bandbreite 5. Zahlenbasis	β (beta)	1. Winkel 2. Kurzschluss-Stromverstärkungsfaktor
<i>c</i>	1. spez. Wärmekapazität 2. elektrochemisches Äquivalent 3. Ausbreitungsgeschwindigkeit von elektromagnetischen Wellen	<i>C</i>	1. Kapazität 2. Wärmekapazität 3. Taktanzahl	γ (gamma)	1. Winkel 2. Leitfähigkeit
<i>d</i>	1. Durchmesser 2. Abstand 3. Verlustfaktor 4. Differenztonfaktor 5. Klirrfaktor (früher <i>k</i>)	<i>D</i>	1. Elektrische Flussdichte 2. Dämpfungsfaktor 3. Dynamikbereich	δ (delta)	1. Verlustwinkel 2. Modulationsindex
<i>e</i>	Elementarladung	<i>E</i>	1. Elektrische Feldstärke 2. Beleuchtungsstärke	ϵ_0	Elektrische Feldkonstante
<i>f</i>	1. Frequenz 2. Umdrehungsfrequenz	<i>F</i>	1. Kraft, 2. Rauschfaktor, 3. Faktor, 4. Fehler	ϵ (epsilon)	Permittivität
<i>g</i>	1. Fallbeschleunigung, Ortsfaktor 2. Tastgrad 3. Übertragungsmaß	<i>G</i>	1. Leitwert, Wirkleitwert 2. Verstärkungsmaß	ζ (zeta)	Arbeitsgrad
<i>h</i>	Höhe	<i>H</i>	Magnetische Feldstärke	η (eta)	Wirkungsgrad
<i>i</i>	zeitabhängige Stromstärke	<i>I</i>	Stromstärke	ϑ (theta)	Temperatur in °C
<i>k</i>	1. Verkürzungsfaktor 2. Konstante	<i>J</i>	1. Stromdichte 2. Trägheitsmoment	λ (lambda)	1. Wellenlänge 2. Leistungsfaktor
<i>l</i>	1. Länge, 2. Abstand	<i>K</i>	1. Konstante 2. Kopplungsfaktor	μ (müh)	Permeabilität
<i>m</i>	1. Masse 2. Modulationsgrad 3. Strangzahl 4. Zahl der Stufen	<i>L</i>	1. Induktivität 2. Pegel	μ_0	Magnetische Feldkonstante
<i>n</i>	1. Drehzahl, Umdrehungsfrequenz 2. ganze Zahl 1, 2, 3 ... 3. Brechzahl	<i>M</i>	1. Drehmoment (Kraftmoment) 2. Gleichwert 3. Speicherkapazität	π (pi)	Kreiszahl
<i>p</i>	1. Polpaarzahl, 2. Druck	<i>N</i>	1. Zahl, z. B. Windungszahl 2. Nachrichtenmenge	ρ (rho)	1. spez. Widerstand 2. Dichte
<i>q</i>	Querstromverhältnis	<i>P</i>	Leistung, Wirkleistung	σ (sigma)	1. Streufaktor 2. Rauschabstand
<i>r</i>	1. Radius 2. Rate 3. differentieller Widerstand	<i>Q</i>	1. Ladung 2. Wärme 3. Blindleistung 4. Gütefaktor, Güte	τ (tau)	1. Zeitkonstante 2. Impulsdauer 3. Pausendauer
<i>s</i>	1. Strecke, Dicke 2. Siebfaktor 3. bezogener Schlupf 4. Korrektur 5. Welligkeitsfaktor	<i>R</i>	Widerstand, Wirkwiderstand	φ (phi)	Winkel, insbesondere Phasenverschiebungswinkel
<i>t</i>	Zeit	<i>S</i>	1. Scheinleistung 2. Steilheit 3. Schlupf (absolut) 4. Übertragungsgröße, Übertragungskoeffizient 5. Schlankheitsgrad 6. Signal	ω (omega)	1. Winkelgeschwindigkeit 2. Kreisfrequenz
<i>u</i>	zeitabhängige Spannung	<i>T</i>	1. Periodendauer 2. Übertragungsfaktor 3. Temperatur in K	Griechische Großbuchstaben	
<i>ü</i>	1. Übersetzungsverhältnis 2. Übersteuerungsfaktor	<i>U</i>	Spannung	Δ (Delta)	Differenz, Änderung z. B. Δf Bandbreite, Frequenzhub, $\Delta\varphi$ Phasenhub
<i>v</i>	1. Geschwindigkeit 2. Verstärkungsmaß	<i>V</i>	1. Volumen 2. Verstärkungsfaktor 3. Verlustleistung	Θ (Theta)	Durchflutung
<i>w</i>	1. Energiedichte	<i>W</i>	1. Arbeit, 2. Energie	Φ (Phi)	1. Magnetischer Fluss 2. Lichtstrom
<i>z</i>	Ganze Zahl, z. B. Lagenzahl, Leiterzahl	<i>X</i>	Blindwiderstand	Ψ (Psi)	Elektrischer Fluss
		<i>Y</i>	Scheinleitwert	Ω (Omega)	Raumwinkel
		<i>Z</i>	1. Impedanz, Scheinwiderstand 2. Wellenwiderstand 3. Schwingungswiderstand		

Spezielle Formelzeichen werden gebildet, indem man an die Formelzeichen-Buchstaben einen Index oder mehrere Indizes anhängt oder sonstige Zeichen dazusetzt.

