

Rüdiger Klein

Das neue Werkbuch Elektronik

Das komplette Know-how der Elektronik aktuell erklärt

Inhaltsverzeichnis

1	Elektrotechnik Grundlagen.....	15
1.1	Grundbegriffe in der Elektrotechnik	15
1.1.1	Woher kommt der Name Elektrizität?	15
1.1.2	Positiv und negativ	15
1.1.3	Atome, Moleküle, Elektronen, Ionen	15
1.1.4	Aggregatzustände	16
1.1.5	Beispiele des Atomaufbaus	16
1.1.6	Leiter, Nichtleiter (Isolator) und Halbleiter	16
1.2	Erscheinungsformen der Elektrizität	17
1.2.1	Elektroskop	17
1.2.2	Das elektrische Pendel	18
1.2.3	Spannungsquellen	19
1.3	Die elektrischen Wirkungen	22
1.3.1	Wärmewirkung	22
1.3.2	Chemische Wirkung des elektrischen Stromes.....	22
1.3.3	Magnetische Wirkung des elektrischen Stromes.....	23
1.3.4	Wirkungen des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper	24
1.4	Aufgabenkatalog	26
1.4.1	Ungebundene Aufgaben	26
1.4.2	Multiple-Choice-Aufgaben	26
2	Elektrotechnik Grundgesetze	29
2.1	Der elektrische Strom	29
2.1.1	Stromdichte	30
2.2	Die elektrische Spannung.....	30
2.3	Der elektrische Widerstand.....	31
2.3.1	Leiterwiderstand	32
2.3.2	Der Temperaturkoeffizient	32
2.4	Das ohmsche Gesetz	34
2.5	Arbeit und Leistung in der Mechanik.....	36
2.5.1	Die Arbeit W	36
2.5.2	Die Leistung P	36
2.6	Arbeit und Leistung in der Elektrotechnik	37
2.7	Der Wirkungsgrad	40
2.8	Aufgabenkatalog	40
2.8.1	Ungebundene Aufgaben	40
2.8.2	Multiple-Choice-Aufgaben	41
3	Der Gleichstromkreis	51
3.1	Reihenschaltung ohmscher Widerstände.....	51
3.1.1	Allgemeines	51
3.1.2	Reihenschaltung von 3 ohmschen Widerständen	51
3.1.3	Reihenschaltung eines Innen- und Außenwiderstandes.....	53

3.2	Parallelschaltung ohmscher Widerstände.....	54
3.3	Der ohmsche Spannungsteiler.....	56
3.3.1	Der unbelastete Spannungsteiler	57
3.3.2	Der belastete Spannungsteiler	57
3.4	Anpassung – Belastungsfälle bei Spannungserzeugern.....	58
3.4.1	Leerlauf.....	59
3.4.2	Kurzschluss.....	59
3.4.3	Leistungsanpassung	59
3.4.4	Spannungs- und Stromanpassung.....	59
3.5	Das elektrische Feld	61
3.5.1	Der Kondensator.....	61
3.6	Laden und Entladen des Kondensators – Die Zeitkonstante	69
3.6.1	Laden und Entladen des Kondensators über einen ohmschen Widerstand.....	70
3.7	Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren	77
3.7.1	Reihenschaltung zweier Kondensatoren	77
3.7.2	Parallelschaltung von Kondensatoren.....	79
3.8	Der Magnetismus	80
3.8.1	Erscheinungen des magnetischen Feldes	80
3.8.2	Dauermagnet (Permanentmagnet)	83
3.8.3	Der magnetische Kreis.....	83
3.8.4	Bauformen der Spule.....	89
3.8.5	Magnetische Kraftwirkung – Magnetische Induktion.....	96
3.8.6	Selbstinduktionskoeffizient – Induktivität	101
3.9	Die Spule im Gleichstromkreis.....	102
3.10	Aufgabenkatalog.....	107
3.10.1	Ungebundene Aufgaben	107
3.10.2	Multiple-Choice-Aufgaben	108
4	Der Wechselstromkreis	121
4.1	Allgemeines	121
4.1.1	Wichtige Basisgrößen der Wechselstromtechnik	123
4.2	Der kapazitive Blindwiderstand	130
4.3	Die kapazitive Blindleistung	135
4.4	Der verlustbehaftete Kondensator	137
4.4.1	Reihenschaltung von Kapazität C und Widerstand R	137
4.4.2	Parallelschaltung von Kapazität C und Widerstand R	140
4.5	Der induktive Blindwiderstand	144
4.6	Die induktive Blindleistung.....	148
4.7	Die induktive Kopplung	149
4.7.1	Reihen- und Parallelschaltung von Induktivitäten ohne gegenseitige magnetische Beeinflussung (ohne Kopplung)	149
4.7.2	Spulen mit gegenseitiger magnetischer Beeinflussung.....	151
4.8	Der Transformator.....	155
4.9	Elektromagnetische Verträglichkeit	159
4.9.1	Allgemeines	159
4.9.2	Ziel der EMV	159
4.10	Die verlustbehaftete Spule	160
4.10.1	Reihenschaltung von Induktivität L und Widerstand R	160
4.10.2	Parallelschaltung von Induktivität L und Widerstand R	164

4.11	Frequenzabhängige Schaltungen.....	166
4.11.1	Allgemeines	166
4.11.2	LC-Schwingkreise	166
4.11.3	Siebschaltungen	178
4.11.4	LC-Bandfilter-Schaltungen	187
4.11.5	Mechanische Filter-Schaltungen	194
4.12	Aufgabenkatalog	197
4.12.1	Ungebundene Aufgaben	197
4.12.2	Multiple-Choice-Aufgaben	199
5	Grundlagen der Messtechnik	205
5.1	Messtechnik-Grundlagen.....	205
5.1.1	Allgemeines	205
5.1.2	Was ist Messen?.....	205
5.1.3	Direkt anzeigende Messgeräte.....	206
5.2	Erweiterung des Messbereiches bei Spannungs- und Strommessern	210
5.2.1	Erweiterung des Spannungsmessbereiches.....	212
5.2.2	Erweiterung des Strommessbereiches	214
5.3	Messfehler bei der Spannungs- und Strommessung	216
5.3.1	Messfehler bei der Spannungsmessung	216
5.3.2	Messfehler bei der Strommessung	218
5.3.3	Spannungsfehler-/Stromfehlerschaltung.....	218
5.4	Brückenschaltung	220
5.5	Arbeiten mit dem Oszilloskop.....	222
5.5.1	Allgemeines	222
5.5.2	Darstellung elektrischer Signale auf dem Bildschirm des Oszilloskops	223
5.5.3	Das Oszilloskop PM 3200.....	229
5.5.4	Übungen mit einem einfachen Oszilloskop.....	230
5.5.5	Das zweikanalige triggerbare Oszilloskop.....	231
5.5.6	Messen mit dem Tastkopf.....	233
5.6	Aufgabenkatalog	236
5.6.1	Ungebundene Aufgaben	236
5.6.2	Multiple-Choice-Aufgaben	236
6	Grundlagen der Halbleitertechnik	241
6.1	Begriffe der Halbleitertechnik	241
6.2	Anwendungen der Störstellenleitung bei Halbleiterwiderständen	244
6.2.1	NTC-Widerstände.....	244
6.2.2	PTC-Widerstände	246
6.2.3	VDR-Widerstände	247
6.2.4	Fotowiderstände.....	247
6.3	Halbleiterdioden	249
6.3.1	Der pn-Übergang	249
6.3.2	Ausführungsformen von Halbleiterdioden	250
6.4	Der Bipolar-Transistor.....	257
6.4.1	Funktionsprinzip	258
6.4.2	Die Kennlinien des Bipolar-Transistors	261

6.4.3	Der Ausgangswiderstand – der Ausgangsleitwert	265
6.4.4	Das Vierquadrantenfeld.....	265
6.4.5	Spannungen und Ströme des Bipolar-Transistors	266
6.5	Weitere Transistor-Bauformen und -Typen	267
6.5.1	Der Feldeffekttransistor	268
6.5.2	Der Doppelbasistransistor (Doppelbasisdiode, Unijunction- Transistor UJT)	270
6.6	Mehrschichtelemente der Halbleitertechnik	270
6.6.1	Die Vierschichtdiode	270
6.6.2	Die Zweirichtungs-Thyristordiode (DIAC)	274
6.6.3	Die Triggerdiode	274
6.6.4	Der Thyristor	275
6.6.5	Der Triac	280
6.7	Aufgabenkatalog	281
6.7.1	Ungebundene Aufgaben	281
6.7.2	Multiple-Choice-Aufgaben	282
7	Standardschaltungen mit Halbleiterdioden und Bipolar-Transistoren	287
7.1	Gleichrichterschaltungen mit Halbleiterdioden.....	287
7.1.1	Einweggleichrichtung	287
7.1.2	Zweiweggleichrichtung.....	291
7.1.3	Spannungs-Verdopplung, Spannungs-Vervielfachung	293
7.2	Bipolar-Transistor-Schaltungen	297
7.2.1	Stabilisierung des Arbeitspunktes	297
7.2.2	Grundsaltungen des Bipolar-Transistors	299
7.2.3	Dimensionierungs-Einflüsse beim Bipolar-Transistor.....	309
7.2.4	Ermittlung von Spannungsverstärkung A_u und Phasenwinkel φ im Vierquadrantenfeld	314
7.2.5	Signal-Spannungs- und -Strom-Steuerung beim Bipolar- Transistor	316
7.2.6	Gegenkopplung in 1-stufigen Bipolar-Transistor-Verstärkern	319
7.2.7	Gegenkopplung in zweistufigen Bipolar-Transistor- Verstärkern.....	324
7.2.8	Leistungsverstärker mit Bipolar-Transistoren	330
7.2.9	Grundlagen der Stereophonie.....	334
7.2.10	Abführen entstehender Wärme in elektronischen Schaltungen	336
7.2.11	Der Bipolar-Transistor als Schalter.....	341
7.3	Aufgabenkatalog	349
7.3.1	Ungebundene Aufgaben	349
7.3.2	Multiple-Choice-Aufgaben	351
8	Grundlagen der Oszillator-Schaltungen mit Bipolar-Transistoren.....	361
8.1	Allgemeines	361
8.1.1	Gegenkopplung.....	361
8.1.2	Mitkopplung.....	363
8.2	Oszillatoren für sinusförmige Schwingungen	366
8.2.1	LC-Oszillatoren	366
8.2.2	RC-Oszillatoren.....	370
8.3	Oszillatoren für nichtsinusförmige Schwingungen	379

8.3.1	Sperrschwinger (blocking oscillator).....	379
8.3.2	Gleichspannungswandler.....	380
8.3.3	Schaltnetzteil	382
8.3.4	Die astabile Kippschaltung mit Bipolar-Transistoren.....	384
8.4	Aufgabenkatalog	388
8.4.1	Ungebundene Aufgaben	388
8.4.2	Multiple-Choice-Aufgaben	389
9	Operationsverstärker.....	393
9.1	Allgemeines	393
9.2	Differenzverstärker	393
9.3	Idealer und realer Operationsverstärker.....	397
9.4	Der Operationsverstärker in seiner Eigenschaft als Verstärker	399
9.4.1	Der invertierende Verstärker	399
9.4.2	Der nicht invertierende Verstärker	403
9.5	Kompensations-Schaltungen beim Operationsverstärker	405
9.5.1	Offset-Spannungs-Kompensation	406
9.5.2	Frequenzkompensation	407
9.6	Addierender Operationsverstärker (Summierer).....	408
9.7	Subtrahierender Operationsverstärker (Subtrahierer, Differenzverstärker)	410
9.8	Integrierender Operationsverstärker (<i>Integrator</i>)	412
9.9	Differenzierender Operationsverstärker (Differenzierer)	417
9.10	Der Operationsverstärker als Komparator und Schmitt-Trigger	421
9.10.1	Komparator	421
9.10.2	Schmitt-Trigger	423
9.11	Aufgabenkatalog	425
9.11.1	Ungebundene Aufgaben	425
9.11.2	Multiple-Choice-Aufgaben	426
10	Hochfrequenz auf Leitungen	429
10.1	Leitungseigenschaften	429
10.1.1	Einfluss der Hochfrequenz auf die Leitungseigenschaften	429
10.1.2	Der Wellenwiderstand der Hochfrequenzleitung	430
10.2	Schwingkreiseigenschaft der HF-Leitung.....	431
10.3	Leitungskreise.....	433
10.3.1	Verkürzung von Leitungskreisen	435
10.4	Hochfrequenzleitungen	437
10.4.1	Allgemeines	437
10.4.2	Leitungsverluste	438
10.4.3	Das Pegelmaß und weitere Anwendungen des Maßes dB	445
10.5	Aufgabenkatalog	447
10.5.1	Ungebundene Aufgaben	447
10.5.2	Multiple-Choice-Aufgaben	447
11	Sende- und Empfangstechnik.....	451
11.1	Hochfrequenz-Abstrahlung.....	451
11.1.1	Allgemeines	451
11.1.2	Die Abstrahlung elektromagnetischer Energie	451
11.2	Wellenausbreitung	456

11.2.1	Ausbreitungseigenschaften des Fernfeldes	456
11.3	Polarisation, Richt-Strahlung, Antennenhöhe und Strahlungswiderstand von Antennen	458
11.3.1	Allgemeines	458
11.3.2	Polarisation und Richtstrahlung.....	459
11.3.3	Effektive Antennenhöhe und Strahlungswiderstand	460
11.4	Antennenarten	461
11.4.1	Ferritantennen.....	461
11.4.2	Stabantennen	462
11.4.3	Dipolantennen	462
11.4.4	Richtantennen.....	463
11.5	Aufgabenkatalog	467
11.5.1	Ungebundene Aufgaben.....	467
11.5.2	Multiple-Choice-Aufgaben	468
12	Modulationsarten	473
12.1	Allgemeines	473
12.2	Amplitudenmodulation (AM)	473
12.2.1	Zusammensetzung des AM-Signals	474
12.2.2	Der Modulationsvorgang am einfachen AM-Modulator	477
12.2.3	Amplitudenmodulation mit unterdrücktem Träger.....	479
12.2.4	Demodulation des AM-Signals mit ausgestrahltem Träger	483
12.2.5	Demodulation eines AM-Signals mit unterdrücktem Träger.....	484
12.3	Frequenzmodulation (FM).....	486
12.3.1	FM-Prinzip	486
12.3.2	Demodulation frequenzmodulierter Signale	488
12.4	Tastung der Trägerfrequenz	493
12.4.1	Allgemeines	493
12.4.2	Amplitudenumtastung.....	493
12.4.3	Frequenzumtastung.....	493
12.5	Pulsmodulation	494
12.5.1	Allgemeines	494
12.5.2	Pulsamplitudenmodulation	494
12.5.3	Pulscodemodulation	496
12.6	Aufgabenkatalog	497
12.6.1	Ungebundene Aufgaben.....	497
12.6.2	Multiple-Choice-Aufgaben	498
13	Rundfunk-Empfänger-Technik	505
13.1	Allgemeines zur Rundfunktechnik	505
13.1.1	AM-Sender	505
13.1.2	FM-Sender.....	506
13.2	Empfänger-Technik.....	506
13.2.1	Geradeausempfänger-Prinzip	506
13.2.2	Der Überlagerungsempfänger.....	507
13.2.3	Ausführungsbeispiel eines Radio-Empfangs-Moduls	510
13.3	Aufgabenkatalog	524
13.3.1	Ungebundene Aufgaben.....	524
13.3.2	Multiple-Choice-Aufgaben	525

14	Digitaltechnik.....	527
14.1	Die logischen Grundfunktionen	527
14.1.1	Prinzip der logischen Grundfunktionen.....	527
14.1.2	Realisierung der logischen Grundfunktionen	530
14.2	Wichtige logische Verknüpfungen	536
14.2.1	Allgemeines	536
14.2.2	NAND- und NOR-Funktion	536
14.2.3	Antivalenz-Verknüpfung	537
14.2.4	Äquivalenz-Verknüpfung	538
14.3	Gesetze der Schaltalgebra.....	539
14.3.1	Kommutativ-Gesetze	539
14.3.2	Assoziativ-Gesetze	540
14.3.3	Distributiv-Gesetze	541
14.3.4	Die De Morgan'schen Gesetze	542
14.4	Disjunktive und Konjunktive Normalform.....	543
14.4.1	Disjunktive Normalform	543
14.4.2	Konjunktive Normalform.....	544
14.5	Kodierung.....	547
14.5.1	Allgemeines	547
14.5.2	Code-Eigenschaften	547
14.6	Die Grundrechenarten im Dualsystem.....	553
14.6.1	Allgemeines	553
14.6.2	Addition	553
14.6.3	Subtraktion	553
14.6.4	Multiplikation.....	555
14.6.5	Division.....	556
14.6.6	Halbaddierer	556
14.6.7	Volladdierer	557
14.7	Logikfamilien.....	558
14.7.1	Allgemeines	558
14.7.2	DTL-Schaltungen	559
14.7.3	TTL-Schaltungen	559
14.7.4	ECL-Schaltungen	561
14.7.5	P-MOS-, N-MOS- und CMOS-Schaltungen	561
14.8	Besondere Eigenschaften und Leitungsmerkmale.....	564
14.8.1	Allgemeines	564
14.8.2	Wired-AND- und Wired-OR-Schaltungen.....	564
14.8.3	Schaltungen mit offenem Kollektor (OC) bzw. mit offenem Drain (OD)	565
14.8.4	Tri-State-Ausgänge	566
14.8.5	Sperreingänge.....	566
14.8.6	Erweiterungseingänge	567
14.8.7	Dynamische Eingänge	567
14.9	Kippschaltungen	569
14.9.1	Allgemeines	569
14.9.2	Bistabile Kippschaltungen.....	569
14.9.3	Monostabile Kippschaltungen	575
14.9.4	Astabile Kippschaltungen.....	579
14.10	Der Schmitt-Trigger.....	584
14.10.1	Allgemeines	584

14.10.2	Schmitt-Trigger als Schwellenwertschalter.....	585
14.10.3	Schmitt-Trigger als Rechteckformer	585
14.11	Schaltwerke	586
14.11.1	Allgemeines	586
14.11.2	Zähler.....	586
14.11.3	Register.....	592
14.11.4	Symbole für Schaltwerke	593
14.12	Wandlung zwischen analogen und digitalen Signalen	594
14.12.1	Allgemeines	594
14.12.2	Digital/Analog-Wandler	594
14.12.3	Analog/Digital-Wandler	596
14.13	Aufgabenkatalog	602
14.13.1	Ungebundene Aufgaben.....	602
14.13.2	Multiple-Choice-Aufgaben	602
15	Grundlagen der Mikrocomputertechnik	609
15.1	Einführung	609
15.1.1	Allgemeines	609
15.1.2	Begriffe	610
15.1.3	Anwendungsbeispiele für Mikroprozessoren	612
15.1.4	Ausführung des Programms.....	613
15.1.5	Darstellung von Informationen	614
15.1.6	Übersicht Mikrocomputer-System.....	619
15.2	Grundlagen zur Programmierung des Mikroprozessors 8085	622
15.2.1	Die verschiedenen Zyklen im Prozessor 8085	623
15.2.2	Adressierungsarten beim Prozessor 8085.....	623
15.2.3	Zustandsbits (Bedingungsbits, flags) im Prozessor 8085.....	625
15.2.4	Die Befehle des Mikroprozessors 8085	626
15.2.5	Unterprogramm(UP)-Technik	641
15.2.6	Ein-/Ausgabe(E/A, I/O)-Befehle.....	644
15.2.7	Interrupt-Technik.....	646
15.2.8	Programmierbeispiele zum Befehlssatz des Mikroprozessors 8085	646
15.2.9	Darstellung der Abläufe auf Busleitungen.....	702
15.2.10	Wirkungsweise einer Speichereinheit	704
15.2.11	Der Mikroprozessor 8085	705
15.3	Praktische Ausführung eines 8085-Einplatinencomputers	710
15.3.1	Betrieb als CPU-Karte.....	710
15.3.2	Betrieb als Einplatinencomputer	711
15.3.3	Schaltungsbeschreibung des Einplatinencomputers	712
15.4	Aufgabenkatalog	713
15.4.1	Ungebundene Aufgaben, zu denen Sie mit Ihren eigenen Worten zutreffende Antworten formulieren können.....	713
15.4.2	Lösungsvorschläge zu den ungebundenen Aufgaben	715
15.4.3	Multiple-Choice-Aufgaben	743
16	Elektroakustische Wandler.....	747
16.1	Allgemeines	747
16.2	Mikrofone.....	749
16.2.1	Kohlemikrofon.....	749

16.2.2	Kristallmikrofon.....	751
16.2.3	Dynamisches Mikrofon	751
16.2.4	Kondensatormikrofon.....	752
16.3	Richteffekt von Mikrofonen.....	753
16.4	Übertragungsfaktor von Mikrofonen	755
16.5	Schallaufzeichnung.....	755
16.5.1	Das Magnetton-Verfahren.....	755
16.5.2	Optisches Verfahren [C(ompact) D(isc)]	758
16.6	Der Lautsprecher	760
16.6.1	Der elektrodynamische Lautsprecher.....	760
16.6.2	Elektrostatischer Lautsprecher	765
16.6.3	Kopfhörer	765
16.7	Aufgabenkatalog	765
16.7.1	Ungebundene Aufgaben	765
16.7.2	Multiple-Choice-Aufgaben	766
17	Grundlagen der Regeltechnik.....	771
17.1	Allgemeines	771
17.2	Prinzip der Steuerung	771
17.3	Die Regelung	771
17.3.1	Größen und Begriffe der Regeltechnik.....	771
17.3.2	Darstellungsmöglichkeiten des Regelkreises.....	772
17.3.3	Das Verhalten des Regelkreises.....	772
17.4	Aufgabenkatalog	776
17.4.1	Ungebundene Aufgaben	776
17.4.2	Multiple-Choice-Aufgaben	777