

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	9
2	Allgemeine Grundlagen der Elektronik	15
2.1	Der Aufbau der Materie – Atome	15
2.2	Die elektrischen Kräfte	17
2.3	Elektrische Kräfte im Atom	18
2.4	Reibungselektrizität	20
2.5	Chemische Elemente	20
2.6	Das Schalenmodell	21
2.7	Die metallische Bindung	22
2.8	Freie Elektronen	23
2.9	Zusammenfassung Kapitel 2	24
3	Elektrischer Strom und elektrische Spannung	31
3.1	Bewegung der Elektronen	31
3.2	Leiter, Halbleiter und Nichtleiter	32
3.3	Einflüsse auf die Leitfähigkeit	34
3.3.1	Beweglichkeiten und Zahl der Ladungsträger.....	34
3.3.2	Temperatur.....	34
3.3.3	Reinheit	35
3.4	Die Stromstärke	35
3.4.1	Die Definition der Stromstärke.....	35
3.4.2	Einheit der Stromstärke	36
3.4.3	Einheit der Ladung.....	36
3.4.4	Formeln und ihre Darstellung.....	37
3.4.5	Die Stromrichtung.....	39
3.5	Die elektrische Spannung.....	40
3.5.1	Zusammenhang zwischen Spannung und Strom	40
3.5.2	Einheit der Spannung	41
3.6	Der Stromkreis	41
3.7	Zusammenfassung Kapitel 3	44

4	Darstellung elektronischer Schaltungen.....	51
4.1	Elektronische Geräte und Anlagen	51
4.2	Schaltpläne und Schaltzeichen	52
4.2.1	Der Stromlaufplan	52
4.2.2	Schaltzeichen.....	53
4.2.3	Verbindungen und Leitungen.....	53
4.2.4	Anordnung und Übersicht	54
4.2.5	Das Blockschaltbild oder Blockdiagramm	55
4.2.6	Der Bestückungsplan	55
4.2.7	Der Verdrahtungsplan	56
4.3	Zusammenfassung Kapitel 4	57
4.4	Übungen	59
5	Der elektrische Widerstand	63
5.1	Leitfähigkeit und Widerstand.....	63
5.1.1	Leitfähigkeit.....	63
5.1.2	Der spezifische Widerstand.....	64
5.1.3	Der Widerstandswert.....	64
5.1.4	Die Einheit des Widerstands.....	65
5.1.5	Der Ersatzwiderstand und Ersatzschaltbild	66
5.2	Das Ohmsche Gesetz.....	67
5.3	Strompfeile und Spannungspfeile	71
5.4	Praktisches Rechnen mit dem Ohmschen Gesetz	73
5.6	Zusammenfassung Kapitel 5	76
5.6.1	Das Ohmsche Gesetz.....	77
5.5	Übungen zu Kapitel 5.....	79
6	Die elektrische Leistung.....	83
6.1	Leistung	83
6.2	Zusammenfassung Kapitel 6	85
6.3	Übungen zu Kapitel 6.....	86

7	Fehlersuche und Messtechnik	89
7.1	Messgeräte	89
7.2	Messtechnische Grundbegriffe	91
7.2.1	Analoge Größen	91
7.2.2	Digitale Größen	92
7.2.3	Digitale Anzeigen	93
7.3	Digital anzeigende Messgeräte	93
7.3.1	Messfehler.....	93
7.3.2	Beispiel Berechnung Messfehler	94
7.3.3	Vorzeichen und Dezimalpunkt	95
7.4	Messpraxis.....	95
7.4.1	Strommessungen.....	95
7.4.2	Spannungsmessungen	96
7.4.3	Widerstandsmessungen	97
7.5	Experimente.....	98
7.5.1	Einführung in unser Experimentiersystem.....	98
7.5.2	Experiment E1: Spannungs- und Strommessung	99
7.5.3	Experiment E2: Widerstandsmessungen	104
7.6	Zusammenfassung Kapitel 7	106
7.6.1	Messpraxis mit dem Vielfach-Meßgerät	107
8	Lösungen der Übungen	109
9	Prüfungsaufgaben	117

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	7
1 Die Serienschaltung von Widerständen	11
1.1 Strom- und Spannungsverhältnisse	11
1.2 Der Gesamtwiderstand der Serienschaltung	12
1.3 Experiment E 1: Serienschaltung von Widerständen	13
1.3.1 Zwei gleich große Widerstände	14
1.3.2 Zwei ungleiche Widerstände	17
1.3.3 Drei ungleiche Widerstände	18
1.3.4 Auswertung	19
1.3.5 Messprotokolle Experiment E 1	20
1.4 Fehlersuche bei Serienschaltungen	21
1.5 Die Serienschaltung von Stromquellen	21
1.6 Der innere Widerstand	22
1.7 Klemmenspannung und Leerlaufspannung	24
1.8 Leistungsanpassung.....	26
1.9 Der Wirkungsgrad	28
2 Die Parallelschaltung von Widerständen	33
2.1 Strom- und Spannungsverhältnisse	33
2.2 Der Gesamtwiderstand der Parallelschaltung.....	34
2.3 Der Leitwert	36
2.4 Die Parallelschaltung zweier Widerstände	38
2.5 Die Parallelschaltung gleicher Widerstände.....	40
2.6 Experiment E 2: Parallelschaltung von Widerständen.....	41
2.6.1 Zwei gleich große Widerstände.	41
2.6.2 Zwei ungleiche Widerstände.	44
2.6.3 Drei ungleiche Widerstände	45
2.6.4 Auswertung.....	47
2.6.5 Messprotokolle Experiment E 2.	48
2.7 Der Kurzschluss.....	49
2.8 Die Parallelschaltung von Stromquellen.....	50
2.9 Vergleich von Serien- und Parallelschaltung.....	52
3 Gemischte Schaltungen von Widerständen	55
3.1 Berechnung gemischter Schaltungen	55
3.2 Experiment E 3: Einfache gemischte Schaltung.....	56
3.2.1 Messprotokolle Experiment E 3	58
3.3 Ein weiteres Beispiel	59
3.4 Der Spannungsteiler	61

3.4.1	Das Ersatzschaltbild des Spannungsteilers	62
3.4.2	Die Dimensionierung des Spannungsteilers	63
3.5	Experiment E4: Der Innenwiderstand einer Batterie und der Spannungsteiler	65
3.5.1	Der Innenwiderstand einer 9-V-Blockbatterie	65
3.5.2	Der Spannungsteiler	67
3.6	Übungen	69
4	Bauelemente: Leitungen und Verbindungen	73
4.1	Der Leitungswiderstand.....	73
4.1.1	Berechnung des Querschnitts.....	73
4.1.2	Der spezifische Widerstand.....	73
4.1.3	Der Drahtwiderstand.....	74
4.2	Leitungsdrähte	76
4.3	Drahtverbindungen	76
4.3.1	Klemmverbindungen.....	76
4.3.2	Schraubverbindungen	77
4.3.3	Lötverbindungen.....	77
4.3.4	Steckverbindungen.....	77
5	Bauelemente: Feinsicherungen	81
5.1	Einsatz von Sicherungen	81
5.2	Funktionsweise	81
5.3	Einsatz von trägen Sicherungen.....	82
5.4	Elektrische Kennwerte	82
5.4.1	Abschaltcharakteristik	82
5.4.2	Nennstrom	82
5.4.3	Nennspannung.....	83
5.4.4	Abschaltvermögen.....	83
5.5	Die Sicherung im Schaltbild	83
5.6	Sicherungshalter	83
5.7	Zusammenfassung Kapitel 4 und Kapitel 5.....	84
5.8	Übungen zu Kapitel 5.....	87
6	Bauelemente: Widerstände	91
6.1	Widerstandswert und Toleranz.....	91
6.2	Temperaturkoeffizient α	94
6.3	Bauformen	95
6.4	Belastbarkeit	96
6.5	Schaltzeichen.....	99
6.6	Veränderliche Widerstände.....	99
6.6.1	Schiebewiderstand und Drehwiderstand	99
6.6.2	Das Potentiometer	100

6.7	Zusammenfassung Kapitel 6	100
6.8	Übungen zu Kapitel 6.....	102
7	Analoge Messgeräte	107
7.1	Das Drehspulmesswerk.....	107
7.2	Nullpunktkorrektur	108
7.3	Das Eichen	108
7.4	Die Güteklassen.....	109
7.5	Der Anzeigebereich.....	109
7.6	Strommesser und Spannungsmesser	110
7.7	Wie misst man Widerstände?.....	110
7.8	Messpraxis.....	110
7.8.1	Ablesefehler vermeiden	110
7.8.2	Die Spannungsmessung.....	111
7.8.3	Ablesen der Skalen.....	111
7.8.4	Die Widerstandsmessung.....	112
7.9	Zusammenfassung Kapitel 7	113
7.10	Übungen zu Kapitel 7.....	115
8	Lösungen der Übungen.....	119
9	Prüfungsaufgaben	133

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	5
1 Elektrisches Feld und Kondensator	9
1.1 Elektrische Feldlinien	9
1.2 Die Polarisierung – Elementardipole.....	10
1.3 Der Kondensator.....	11
1.4. Laden und Entladen eines Kondensators.....	14
1.5 Die Zeitkonstante.....	16
1.6 Experiment E1: Laden/Entladen eines Kondensators.....	18
1.7 Der Kondensator als Bauelement.....	20
1.7.1 Die Kennwerte von Kondensatoren	20
1.7.2 Bauformen von Kondensatoren.....	24
1.8 Kondensatorschaltungen.....	32
1.8.1 Parallelschaltung von Kondensatoren	32
1.8.2 Serienschaltung von Kondensatoren	33
1.8.3 Bipolare Elektrolyt-Kondensatoren	34
1.9 Kondensatorprüfung.....	34
1.9.1 Offener Kondensator	34
1.9.2 Kurzschluss.....	35
1.9.3 Feinschluss	35
1.9.4 Kapazitätsänderung.....	36
1.9.5 Kondensatorprüfung mit dem Multimeter	36
1.10 Experiment E2: Bestimmung der Kapazität, Kondensatorprüfung	38
1.11 Zusammenfassung Kapitel 1	40
1.12 Übungen zu Kapitel 1.....	44
2 Magnetisches Feld und Spule.....	49
2.1 Grundlagen Magnetismus	49
2.1.1 Magnetische Pole	49
2.1.2 Elementarmagnete.....	50
2.1.3 Das magnetische Feld	52
2.1.4 Der magnetische Fluss und die magnetische Flussdichte.....	54
2.2 Elektromagnetismus	56
2.2.1 Das magnetische Feld eines Leiters.....	56
2.2.2 Das magnetische Feld einer Spule.....	57
2.2.3 Die Durchflutung	57
2.2.4 Die magnetische Feldstärke	58
2.2.5 Magnetische Feldkonstante und Permeabilität	60
2.2.6 Zusammenfassung Kapitel 2.1. und 2.2.....	62
2.2.7 Übungen zu Kapitel 2.1. und 2.2.....	66
2.3 Induzierte Spannung.....	67

2.3.1	Bewegter Leiter im Magnetfeld.....	67
2.3.2	Erzeugen induzierter Spannungen	68
2.3.3	Die Gegeninduktion	71
2.3.4	Die Selbstinduktion.....	73
2.3.5	Schaltzeichen für Spulen oder Induktivitäten.....	76
2.3.6	Zusammenfassung Kapitel 2	77
2.3.7	Übungen zu Kapitel 2.3.....	79
3	Der Wechselstrom	83
3.1	Die Sinusschwingung	83
3.2	Schwingungsdauer und Frequenz.....	83
3.3	Der Wechselstromkreis, Kennwerte von Wechselstrom und Wechselspannung	85
3.3.1	Scheitelwert und Effektivwert.....	85
3.3.2	Mittelwerte	89
3.3.3	Zusammenfassung Kapitel 3	91
3.4	Übungen zu Kapitel 3.....	93
4	Lösungen der Übungen	97
5	Prüfungsaufgaben	107
6	Anhang	111
	Schaubild: Exponentielle Zu- und Abnahme.....	111

Inhaltsverzeichnis

1	Blind- und Scheinwiderstände	7
1.1	Der induktive Widerstand	7
1.2	Der kapazitive Widerstand.....	11
1.3	Der Scheinwiderstand	13
1.4	Die Wechselstromleistung	13
1.5	Zusammenfassung	15
1.6	Wiederholungstext.....	16
1.7	Übungen zu Kapitel 1.....	16
2	Transformatoren	
2.1	Netztransformatoren.....	21
2.2	Zusammenfassung	28
2.3	Wiederholungstext.....	28
2.4	Übungen zu Kapitel 2.....	29
3	Lautsprecher	
3.1	Der dynamische Lautsprecher	33
3.2	Das Lautsprechergehäuse.....	34
3.3	Zusammenfassung	35
3.4	Wiederholungstext.....	35
4	Allgemeine Grundlagen der Halbleitertechnik	
4.1	Leitungsvorgänge in Halbleitern	39
4.2	Der PN-Übergang	42
5	Dioden	
5.1	Die Diode	47
5.2	Kennlinien.....	47
5.3	Experiment E1: Diodenprüfung und Kennlinien.....	50
5.4	Zusammenfassung Halbleiter und Dioden	54
5.5	Wiederholungstext.....	55
5.6	Übungen zu Kapitel 5.....	56

6	Gleichrichtung.....	61
6.1	Kenndaten.....	61
6.2	Gleichrichterschaltungen.....	63
6.2.1	Einpuls-Mittelpunktschaltung M1U	63
6.2.2	Zweipuls-Mittelpunktschaltung	67
6.2.3	Zweipuls-Brückenschaltung	68
6.3	Glättung und Siebung.....	70
6.4	Experiment E2: Gleichrichterschaltungen.....	72
6.4.1	Einführung.....	72
6.4.2	Schaltungsbesprechungen.....	74
6.4.3	Versuchsdurchführung.....	77
6.5	Übungen zu Kapitel 6.....	82
7	Die Z-Diode	87
7.1	Funktion und Kenndaten.....	87
7.2	Experiment E3: Spannungsstabilisierung durch Z-Diode	89
8	Opto-elektronische Halbleiter-Bauelemente.....	93
8.1	Der Fotowiderstand oder LDR91	
8.2	Experiment E4: LDR als Luxmeter.....	94
8.3	Die Fotodiode.....	96
8.4	Der Fototransistor	96
8.5	Die Leuchtdiode.....	98
8.6	Experiment E5: LED-Schaltung.....	99
8.7	Die LED-Ziffernanzeige.....	103
8.8	Rückschau	103
8.9	Zusammenfassung	104
8.10	Wiederholungstext.....	105
9	Lösungen der Übungen	109
10	Prüfungsaufgaben	116

Inhaltsverzeichnis

1	Der bipolare Transistor	7
1.1	Grundlagen und Grundschaltungen	7
1.2	Gleich- und Wechselstromverstärkung	9
1.3	Rückschau	11
1.4	Experiment E1: Transistorprüfung	12
1.5	Experiment E2: Der Transistor als Schalter	13
1.6	Experiment E3: Der Transistor als veränderlicher Widerstand	16
1.7	Halbleiter: Aufbau, Kennzeichnung, Kennlinien.....	19
1.7.1	Gewinnung der Rohstoffe	19
1.7.2	Innerer Aufbau	20
1.7.3	Verlustwärme und Kühlung.....	21
1.7.4	Gehäuse und Anschlüsse	22
1.7.5	Der Halbleiter-Bezeichnungskode	23
1.7.6	Dioden-Kennwerte.....	24
1.7.7	Transistor-Kennlinie und -Kennwerte	25
1.8	Zusammenfassung	28
1.9	Übungsaufgaben	30
2	Binäre Transistorschaltungen.....	35
2.1	Stabile und instabile Zustände	35
2.2	Der Triggerimpuls.....	35
2.3	Bistabile Schaltungen	37
2.4	Experiment E4: der bistabile Multivibrator (Flipflop)	40
2.5	Monostabile Schaltungen	42
2.6	Experiment E5: Zeitschalter	43
2.7	Astabile Schaltungen	46
2.8	Experiment E6: Blinkschaltung.....	48
2.9	Zwischenbilanz	50
2.10	Schaltung mit Emitterwiderstand	51
2.11	Komplementäre Schaltungen	52
2.12	Experiment E7: Komplementärer Multivibrator	54
2.13	Signalumwandlung	57
2.13.1	Die Schmitt-Trigger-Schaltung	57
2.13.2	Das Differenzierglied.....	57
2.14	Schaltzeichen.....	58
2.15	Rückschau	60
2.16	Zusammenfassung	60
2.17	Übungen	62

3	Feldeffekt-Transistoren	67
3.1	Sperrschicht-Feldeffekttransistoren.....	67
3.2	Isolierschicht-Feldeffekttransistoren	68
4	Lösungen der Übungen	73
5	Prüfungsaufgaben	79

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Verstärkergrundlagen.....	7
1.1.	Übertragungsverhalten	8
1.2.	Arten von Verstärkern	10
1.3.	Verstärkervierpol und Leistungsbilanz	11
1.4.	Der Verstärker als Glied einer Kette	12
1.4.1.	Das Gleichstromsignal.....	12
1.4.2.	Wechselspannung als Signalspannung.....	13
1.4.3.	Das binäre Signal.....	14
1.5.	Ersatzschaltbilder	15
1.5.1.	Das Ersatzschaltbild des Signalverbrauchers.....	15
1.5.2.	Das Ersatzschaltbild des Signalerzeugers	16
2	Der Gleichspannungsverstärker.....	21
2.1.	Das Ersatzschaltbild des Verstärkers.....	21
2.2.	Der Verstärker als gesteuerte Spannungsquelle.....	22
2.3.	Die Eigenschaften eines Verstärkers	22
2.3.1.	Die Leerlaufspannungsverstärkung.....	22
2.3.2.	Die Betriebsspannungsverstärkung	23
2.3.3.	Der Ausgangswiderstand	24
2.3.4.	Der Eingangswiderstand.....	26
2.3.5.	Schlussfolgerungen	26
2.4.	Zusammenfassung	28
2.5.	Wiederholungstext.....	30
3	Der Wechselspannungsverstärker	33
3.1.	Das Ersatzschaltbild eines Spannungsverstärkers	33
3.2.	Die Eigenschaften von Verstärkern	36
3.2.1.	Ein- und Ausgangswiderstände.....	36
3.2.2.	Verstärkungsfaktoren.....	37
3.2.3.	Verstärkungsmaße	39
3.2.4.	Übung zu Kapitel 3.....	42
3.2.5.	Eingangsempfindlichkeit und Aussteuerungsbereich	42
3.2.6.	Frequenzgang und –bandbreite.....	43
4	Der Transistorverstärker und seine Grundschaltungen.....	49
4.1.	Die Emitterschaltung.....	50
4.1.1.	Das Gleichstromverhalten: Der Arbeitspunkt.....	51
4.1.2.	Das Wechselstromverhalten	55
4.1.3.	Experiment E1: Messungen am Emittterverstärker	59
4.1.4.	Mitkopplung und Gegenkopplung.....	63

4.1.5. Experiment E2: Ein NF-Oszillator mit Verstärkerstufe.....	65
4.2. Die Kollektorschaltung.....	70
4.2.1. Experiment E3: Messungen am Kollektorverstärker.....	72
4.3. Der Frequenzgang	77
4.4. Kopplung und Entkopplung	78
4.5. Die Eigenschaften der Verstärker im Überblick.....	80
4.6. Mitkopplung und Gegenkopplung	80
4.7. Zusammenfassung	83
4.8. Wiederholungstext.....	85
5 Der Operationsverstärker.....	89
5.1 Integrierte Schaltungen	89
5.1.1 Einteilung der ICs.....	89
5.1.2 Technologie.....	90
5.1.3 Gehäuse und Bezeichnungen.....	92
5.1.4 Vorteile und Nachteile.....	93
5.1.5 Zusammenfassung	94
5.1.6 Wiederholungstext zu Kapitel 1	95
5.2 Der integrierte Operationsverstärker	95
5.2.1 Der Differenzverstärker.....	96
5.2.2 Invertierender und nichtinvertierender Eingang	97
5.2.3 Eingangs- und Ausgangswiderstand	98
5.2.4 Die einstellbare Verstärkung	
5.2.5 Symmetrie der Eingänge	
5.2.6 Der Op als Komparator.....	
5.3 Schaltungen mit dem Operationsverstärker.....	98
5.3.1 Schaltung als Integrator.....	99
5.3.2 Schaltung als Rechteckgenerator	102
5.3.3 Experiment E4: der Rechteckgenerator	103
5.3.4 Schaltung als Spannungsfolger.....	106
5.4 Zusammenfassung	
5.5 Wiederholungstext zu Kapitel 1	118
5.6 Übungen	119
6 Lösungen der Übungen	123
7 Prüfungsaufgaben	131

Inhaltsverzeichnis

1	Hinweise zum Formelrechnen	3
1.1	Formelrechnen für den Praktiker	3
1.2	Größen und Einheiten	4
1.2.1	Was ist eine Größe?	5
1.2.2	Die gesetzlichen Einheiten	6
1.2.2.1	Die SI- Einheiten	6
1.2.2.2	Dezimale Teile und Vielfache von SI- Einheiten	7
1.2.2.3	Besondere Einheiten, die außerhalb der SI-Einheiten stehen	9
1.3	Formelrechnen mit gesetzlichen Einheiten	10
2	Stellenzahl und Runden	11
2.1	Die maßgebende Stellenzahl	11
2.2	Faustregel für die Stellenzahl	12
2.3	Auf- und Abrunden	12
3	Das griechische Alphabet	15
4	Formeln Elektronik Kompakt	17
4.1	Formeln Lehrbrief 1	17
4.2	Formeln Lehrbrief 2	18
4.3	Formeln Lehrbrief 3	25

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Formeln Elektronik Kompakt	3
2.1	Formeln Lehrbrief 4.....	3
2.1.1	Blind- und Scheinwiderstände	5
2.1.2	Transformatoren.....	5
2.1.3	Die Z-Diode	6
2.2	Formeln Lehrbrief 5.....	7
2.2.1	Der bipolare Transistor	7
2.3	Formeln Lehrbrief 6.....	8
2.3.1	Verstärkervierpol und Leistungsbilanz	8
2.3.2	Der Gleichspannungsverstärker	9
2.3.3	Der Wechselspannungsverstärker.....	10
2.3.4	Der Transistorverstärker und seine Grundsaltungen.....	14
2.3.5	Der Operationsverstärker	18