

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

1. Grundlagen	1
1.1 Der Widerstand und das Ohmsche Gesetz	1
1.1.1 Reale Widerstände	2
1.1.2 Technische Ausführung	2
1.2 Der Kondensator	5
1.2.1 Plattenkondensator und elektrisches Feld	5
1.2.2 Kapazität zwischen beliebigen Leitern; Abschirmung	8
1.2.3 Technische Ausführung von Kondensatoren	9
1.3 Induktion, magnetische Wechselwirkung	9
1.4 Halbleiterbauelemente	10
1.4.1 Die Halbleiterdiode	11
1.4.2 Der Transistor	11
1.4.3 Der Feldeffekttransistor	12
1.5 Verknüpfung einzelner Bauelemente	12
1.5.1 Die Kirchhoffschen Gesetze	12
1.5.2 Serien- und Parallelschaltung von Widerständen	13
1.5.3 Die Wheatstonesche Brücke	15
1.5.4 Serien- und Parallelschaltung von Kondensatoren	17
1.5.5 Systematische Analyse komplizierter Netzwerke	18
1.6 Schaltbilder werden durchschaubar; Ersatzschaltbilder	19
1.7 Zeitverhalten	23
1.7.1 Serienschaltung von Widerstand und Kondensator	23
1.7.2 Der Spannungsteiler mit Streukapazität	27
1.7.3 Sinusförmige Wechselspannungen	28
1.7.4 Sinusschwingungen im RC -Glied	30
1.7.5 Frequenzanalyse	32
1.7.6 Filterung	33
1.7.6.1 Tiefpaß	33
1.7.6.2 Hochpaß	34
1.7.6.3 Das Doppel-T-Glied	35
1.7.7 Beispiele von Signalverzerrung in verschiedenen Filtern	36
1.7.7.1 Der Hochpaß als Differenzierer	36
1.7.7.2 Der Tiefpaß als Integrierer	37
1.7.7.3 Filterung bei biologischen Messungen	37
Übungsaufgaben zu Kapitel 1	39

2. Die Meßkette	41
2.1 Verknüpfung von Geräten	42
2.2 Der Vorverstärker	43
2.2.1 Der ideale Vorverstärker	43
2.2.2 Der reale Vorverstärker	46
2.3 Elektrophysiologische Ableitungen, Elektroden	46
2.3.1 Differentiell oder unipolar messen?	47
2.3.2 Elektroden und ihre Ersatzschaltbilder	49
2.3.3 Störeinflüsse	53
2.3.4 Frequenzantwort des Eingangskreises, Kapazitätsneutralisation	55
2.3.5 Testschaltungen am Eingangskreis	58
2.3.6 Brückenabgleich	61
2.3.7 AC-gekoppelter Verstärker	63
2.4 Ionensensitive Elektroden	64
2.4.1 pH-Elektroden	65
2.4.2 Kationensensitive Elektroden	66
2.4.3 Ionensensitive Mikroelektroden	67
2.4.4 Elektroden für Partialdrucke von Gasen	67
2.4.5 Meßverstärker für ionensensitive Elektroden	67
2.5 Meßwertwandler	68
2.5.1 Temperaturfühler	68
2.5.2 Photosensoren	70
2.5.3 Druck-, Dehnungsaufnehmer	72
2.6 Zwischenverstärker	73
2.6.1 Filterung	73
2.6.2 Offsetspannung, Brückenverstärker	73
2.6.3 Lock-in-Verstärker	74
2.7 Darstellung und Aufzeichnung	74
2.7.1 Der Oszillograph	74
2.7.2 Das Zeigerinstrument	77
2.7.3 Papierschreiber	78
2.7.4 Magnetbandgeräte	78
2.8 Elimination von Störeinflüssen	79
2.8.1 Netzeinstreuung	79
2.8.1.1 Elektrostatische Einstreuung	79
2.8.1.2 Induktive Einstreuung	80
2.8.2 Radiofrequenzeinstreuung	81
2.8.3 Abschirmung und Erdung	82
Übungsaufgaben zu Kapitel 2	83
3. Operationsverstärker	85

3.1 Rückkopplung	85
3.1.1 Negative Rückkopplung	85
3.1.2 Frequenzverhalten von Rückkopplungsschaltungen	88
3.2 Rückkopplungsschaltungen	91
3.2.1 Der Invertierer	91
3.2.2 Der Stromverstärker	93
3.2.3 Der Summierer	95
3.2.4 Der Differenzierer	95
3.2.5 Der Integrierer	96
3.2.6 Aktiver Tief- bzw. Hochpaß	96
3.2.7 Die Folgerschaltung	97
3.2.8 Differenzschaltungen	98
3.2.9 Stromproportionale Rückkopplung	100
3.2.10 Weitere Rückkopplungsschaltungen	101
3.3 Technische Ausführung von Operationsverstärkern	101
3.3.1 Verstärkerfehler	102
3.3.1.1 Fehler des Eingangskreises	102
3.3.1.2 Fehler des Ausgangskreises	103
3.3.2 Klassifizierung und Auswahl von Operations- verstärkern	104
3.3.2.1 Klassifizierung nach Eingangsparametern	104
3.3.2.2 Klassifizierung nach Ausgangsparametern	105
3.3.3 Das Lesen von Datenblättern	107
3.4 Datenverstärker, Trennverstärker	107
3.5 Fehlersuche bei Verstärkerschaltungen	108
3.5.1 Der Verstärker schwingt	108
3.5.2 Der Verstärker geht in Sättigung	109
Übungsaufgaben zu Kapitel 3	110
4. Anwendungsbeispiele	112
4.1 Die Folgerschaltung als Vorverstärker für hochohmige Eingangssignale	112
4.1.1 Anforderungen an einen Vorverstärker für elektrophysiologische Messungen	112
4.1.2 Schaltung	113
4.1.3 Auslegung der Schaltung	114
4.1.4 Testprozeduren	116
4.1.5 Alternativschaltung zur Stromeinspeisung	117
4.2 Brückenmessung mit einem Datenverstärker (Instrumentenverstärker)	119
4.2.1 Anforderungen an einen Datenverstärker zur Blutdruckmessung	119
4.2.2 Schaltung	120
4.2.3 Auslegung der Schaltung und Fehlerabschätzung	121
4.2.4 Daten- und Trennverstärker für medizinische Anwendungen	122
4.3 Strommessung mit einer Invertiererschaltung	123

4.3.1 Schaltung	124
4.3.2 Fehlerabschätzung	124
4.3.3 Strommessung im pA-Bereich	126
4.3.4 Strommessung unter gleichzeitiger Vorgabe einer Spannung	127
4.4 Geregelte Stromquelle; Mikroelektroden-Iontophorese	128
4.4.1 Anforderungen an eine Stromquelle zur Iontophorese	128
4.4.2 Schaltung	128
4.4.3 Verhalten der Schaltung	130
4.4.4 Auslegung der Schaltung	131
4.5 Widerstandsthermometer	131
4.5.1 Schaltung	132
4.5.2 Der Temperaturfühler	133
4.5.3 Eichung	134
Übungsaufgaben zu Kapitel 4	135
Lösungen zu den Übungsaufgaben	136
Literaturverzeichnis	145
Kurzes Verzeichnis englischer Fachausdrücke	147
Sachregister	150