

Inhalt

1	Einführung.....	11
1.1	Elektronische Schaltungen	11
1.2	Die Welt der elektronischen Bauelemente	12
1.3	Mikroelektronik	15
1.4	Der Weg durch das Buch	17
2	Physikalische Grundlagen elektrischer Schaltungen.....	19
2.1	Spannung und Strom	19
2.2	Widerstand, Kapazität, Induktivität	24
2.2.1	Stromleitung und Widerstand	25
2.2.2	Kapazität	29
2.2.3	Induktivität	31
2.3	Stromkreis	37
2.3.1	Grundbeziehungen	37
2.3.2	Parallel- und Serienschaltung	48
2.4	Reale Bauelemente	55
2.4.1	Widerstand, Kondensator und Spule	56
2.4.2	Verlustleistung und die Speicherung von Energie	61
2.5	Verständnisfragen	68
3	Passive Netzwerke	70
3.1	Signale in Schaltungen	70
3.2	Übertragungseigenschaften linearer Schaltkreise	77
3.2.1	Methode der komplexen Zeiger	77
3.2.2	Übertragungsfunktion und Bode-Diagramm	83
3.2.3	Vierpolmodell	90
3.3	Von der Übertragungsfunktion zum Netzwerk	96
3.4	Verständnisfragen	102

4	Halbleiterbauelemente	104
4.1	Diode und Transistor	104
4.1.1	pn-Übergang und Diode	104
4.1.2	Bipolartransistor	108
4.1.3	Feldeffekttransistor	111
4.2	Der Transistor in der Schaltung	117
4.2.1	Arbeitspunkt	117
4.2.2	Bipolartransistor im Kleinsignalbetrieb	121
4.2.3	Feldeffekttransistor im Kleinsignalbetrieb	127
4.3	Dynamische Signale in Transistoren und Dioden	132
4.3.1	Parasitäre Kapazitäten	133
4.3.2	Diode und Bipolartransistor	135
4.3.3	MOS-Feldeffekttransistor	140
4.4	Verständnisfragen	143
5	Analoge Grundsaltungen	145
5.1	Einzeltransistor als Verstärkergrundsaltung	145
5.1.1	Signalquelle und Last	145
5.1.2	Grundsaltungen des Bipolartransistors	148
5.1.3	Grundsaltungen des MOS-Feldeffekttransistors	164
5.2	Funktionsschaltungen mit mehreren Transistoren	171
5.2.1	Koppelkondensator	171
5.2.2	Darlington-Schaltung	172
5.2.3	Differenzverstärker	176
5.2.4	Schaltungen für Gleichstromquellen	183
5.3	Operationsverstärker	189
5.3.1	Universelle Grundsaltungen mit dem Operationsverstärker	189
5.3.2	Summierer, Differenzierer und Integrierer	196
5.4	Funktionsbausteine der Signalverarbeitung	200
5.4.1	Aktive Filter	201
5.4.2	Das Prinzip von Abtastung und Quantisierung	206
5.4.3	Digital/Analog-Umsetzer	210
5.4.4	Analog/Digital-Umsetzer	213
5.5	Rechnergestützte Schaltungsanalyse	220
5.6	Energie-effiziente CMOS-Schaltungstechnik	226
5.6.1	Die zentrale Rolle der Transkonduktanz bei MOSFET-Schaltungen	226
5.6.1.1	Das Drain-Effizienz-Konzept: Eine Möglichkeit zum Strom sparen	227

5.6.1.2	Drain-Effizienz bei starker Inversion	230
5.6.1.3	Drain-Effizienz bei moderater und schwacher Inversion	231
5.6.1.4	Übergang von schwacher zu starker Inversion	231
5.6.1.5	Die Realisierung höherer Spannungsverstärkung mit dem Drain-Effizienz-Konzept	232
5.6.2	Optimierter Verstärker-Entwurf	233
5.6.2.1	Source-Schaltung (Common-Source-Amplifier)	234
5.6.2.1.1	Starke Inversion	235
5.6.2.1.2	Schwache Inversion	236
5.6.2.1.3	Sonderfall des niedrigen Ausgangswiderstands	237
5.6.2.2	Differenzverstärker mit resistiver Last	238
5.6.2.2.1	Arbeitspunkteinstellung	239
5.6.2.2.2	Spannungsverstärkung	241
5.6.2.2.3	Minimale Stromaufnahme	243
5.6.2.2.4	Ausführung des Differenzverstärkers mit p-Kanal-MOSFETs	245
5.6.2.3	Beispiele zur Dimensionierung	247
5.6.2.3.1	Beispiel: Source-Schaltung mit maximaler Spannungsverstärkung	247
5.6.2.3.2	Beispiel: Source-Schaltung mit minimaler Stromaufnahme	252
5.6.2.3.3	Beispiel: Differenzverstärker mit maximaler Spannungsverstärkung	254
5.6.2.3.4	Beispiel: Differenzverstärker mit minimaler Stromaufnahme	255
5.6.2.4	Signalverzerrung und Linearität	256
5.6.3	Methodik zur freien Wahl der Gleichspannung beim Eingangssignal	260
5.6.3.1	Einfache Source-Schaltung	260
5.6.3.2	Transkonduktanzverstärker	261
5.6.3.3	Drain-Schaltung	262
5.6.3.4	Differenzverstärker mit resistiver Last und Widerstandseinspeisung	264
5.6.3.5	Differenzverstärker mit resistiver Last und Stromquelleneinprägung	265
5.6.3.6	Stromspiegel	267
5.6.3.7	Spannungsfolger ohne Spannungsabfall	268
5.7	Verständnisfragen	270

6	Digitale Grundschaltungen und Speicher	272
6.1	Digitale Schaltungen und ihre Charakterisierung	272
6.1.1	Digitale Variable und ihre Verknüpfung	272
6.1.2	Last und Verzweigung im Logiknetz	275
6.2	Realisierung der digitalen Grundfunktionen	278
6.2.1	Diodengatter und Dioden-Transistorgatter	279
6.2.2	CMOS-Inverter	284
6.2.3	Gatter in CMOS-Technik	291
6.2.4	Realisierung von Zeitintervallen	293
6.3	Ausblick auf das Feld komplexer Digitalbausteine	295
6.3.1	Schaltsymbole	295
6.3.2	Latch und Flipflop	298
6.3.3	Komplexgatter	305
6.3.4	Taktgeneratoren	307
6.4	Speicherbausteine für Digitalrechner	313
6.4.1	Bausteine für den Arbeitsspeicher (SRAM, DRAM)	313
6.4.2	Nichtflüchtige Speicher (ROM, EPROM, EEPROM)	323
6.5	Verständnisfragen	331
7	Anhang	333
7.1	Umrechnungstabelle der Vierpolparameter	333
7.2	Formelzeichen und Abkürzungen	334
	Literatur	339
	Index	341