

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen</b> .....	9	<b>2</b>	<b>Digitaltechnik</b> .....	49
<b>1.1</b>	<b>Informationsübertragung und Energieversorgung</b> .....	9	<b>2.1</b>	<b>Einführung in die Digitaltechnik</b> .....	49
<b>1.2</b>	<b>Elektrischer Stromkreis</b> .....	12	<b>2.2</b>	<b>Kombinatorische Elemente</b> .....	49
1.2.1	Elektrische Größen .....	13	2.2.1	UND-Element .....	50
1.2.2	Ohmsches Gesetz .....	15	2.2.2	ODER-Element .....	51
1.2.3	Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad .....	16	2.2.3	NICHT-Element .....	52
1.2.4	Reihenschaltung .....	16	2.2.4	NAND-Element (NOT-AND) .....	53
1.2.5	Reale Spannungsquelle .....	17	2.2.5	NOR-Element (NOT-OR) .....	53
1.2.6	Parallelschaltung .....	18	<b>2.3</b>	<b>Schaltalgebra</b> .....	55
1.2.7	Spannungsteiler und Brückenschaltung .....	19	2.3.1	Rechenregeln .....	55
1.2.8	Anpassung .....	20	2.3.2	Gesetz von De Morgan .....	56
1.2.9	Übertragen von Spannungen, Stromstärken und Widerstandswerten .....	21	2.3.3	Anwendungsbeispiele .....	57
1.2.10	Betriebsspannungsversorgung .....	22	<b>2.4</b>	<b>Zahlensysteme</b> .....	58
1.2.11	Gleich-, Wechsel und Mischspannungen .....	24	2.4.1	Dezimalsystem .....	58
1.2.12	Sinus- und nichtsinusförmige Spannungen .....	24	2.4.2	Dualsystem .....	59
<b>1.3</b>	<b>Bausteine zur Signalverarbeitung</b> .....	25	2.4.3	Oktal- und Sedezimalsystem .....	59
1.3.1	Kondensator .....	25	2.4.4	Umwandlung: Dezimalzahlen in Dualzahlen .....	60
1.3.2	Spule .....	29	2.4.5	Rechnen mit Dualzahlen .....	61
1.3.3	Tiefpass, Hochpass und Bandpass ..	31	<b>2.5</b>	<b>Binärcodes</b> .....	62
1.3.4	Resonanzkreise .....	32	2.5.1	BCD-Code (BCD: binär codierte Dezimalziffer) ..	62
1.3.5	Bandfilter .....	33	2.5.2	Gewichtete Codes .....	62
1.3.6	Transistor .....	34	2.5.3	Ungewichtete Codes .....	62
1.3.7	Operationsverstärker .....	35	2.5.4	Fehlererkennende Codes .....	63
<b>1.4</b>	<b>Optoelektronik</b> .....	37	<b>2.6</b>	<b>Grundlegende Schaltnetze</b> .....	64
1.4.1	Allgemeines zur Optoelektronik ....	37	2.6.1	Addierer .....	64
1.4.2	Empfänger-Bauelemente .....	37	2.6.2	Arithmetisch-Logische-Einheit (ALU) .....	66
1.4.3	Emitter-Bauelemente .....	38	2.6.3	Äquivalenz-Element (lat.: Gleichwertigkeit) .....	67
<b>1.5</b>	<b>Installation elektrischer Betriebsmittel</b> .....	40	2.6.4	Pseudotetraden-Erkennen .....	67
1.5.1	Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie .....	40	2.6.5	Zahlen-Komparator .....	68
1.5.2	Dokumentationsunterlagen für die Elektroinstallation .....	41	2.6.6	Bustreiber, 3-state-Treiber .....	69
1.5.3	Schutzmaßnahmen .....	43	<b>2.7</b>	<b>Codierer</b> .....	70
1.5.4	Bemessung von Leitungen und Sicherungen .....	46	2.7.1	Dezimal-BCD(8421)-Codierer .....	70
1.5.5	Prüfen von Schutzmaßnahmen .....	47	2.7.2	BCD(8421)-Dezimal-Codierer .....	71
1.5.6	Projekt: Installation einer Energieversorgung für 24 PCs .....	48	2.7.3	Binär-Gray-Codierer .....	72
			<b>2.8</b>	<b>Multiplexer, Demultiplexer</b> .....	73
			2.8.1	Multiplexer (MUX) .....	74
			2.8.2	Demultiplexer (DMUX) .....	74

<b>2.9</b>	<b>Bistabile Elemente, Flipflops</b> . . . . .	75	<b>3</b>	<b>Arbeitsplatzrechner</b> . . . . .	108
2.9.1	RS-Flipflop . . . . .	75	<b>3.1</b>	<b>Allgemeines</b> . . . . .	108
2.9.2	D-Flipflop . . . . .	77	3.1.1	Möglichkeiten der Vernetzung . . . . .	108
2.9.3	Einflankengesteuerte Flipflops . . . . .	78	3.1.2	Aufbau eines Arbeitsplatzrechners . . . . .	109
2.9.4	Umwandlung von Flipflops . . . . .	79	<b>3.2</b>	<b>PC-Gehäuseformen</b> . . . . .	110
2.9.5	Zweispicher-Flipflop (Master-Slave-Flipflop) . . . . .	80	3.2.1	Stationäre Geräte . . . . .	110
2.9.6	Codeumsetzer . . . . .	81	3.2.2	Mobile Geräte . . . . .	110
<b>2.10</b>	<b>Zählschaltungen</b> . . . . .	82	<b>3.3</b>	<b>Aufbau eines Arbeitsplatzrechners</b> . . . . .	111
2.10.1	Asynchron-Zähler . . . . .	82	3.3.1	Mikroprozessor (CPU) . . . . .	111
2.10.2	Synchron-Zähler . . . . .	84	3.3.2	Hauptplatine (Motherboard, Mainboard) . . . . .	112
2.10.3	Integrierte Zählschaltungen . . . . .	85	3.3.3	Kenngößen . . . . .	113
<b>2.11</b>	<b>Register</b> . . . . .	87	3.3.4	Chipsatz . . . . .	114
2.11.1	Schieberegister . . . . .	87	3.3.5	Arbeitsspeicher . . . . .	115
2.11.2	Parallel-Seriell-Umsetzer . . . . .	89	3.3.6	Interne Bussysteme . . . . .	117
2.11.3	Seriell-Parallel-Umsetzer . . . . .	90	<b>3.4</b>	<b>Eingabe und Ausgabe</b> . . . . .	118
2.11.4	Scrambler, Descrambler . . . . .	90	3.4.1	Tastatur . . . . .	118
2.11.5	Latch . . . . .	92	3.4.2	Maus . . . . .	119
<b>2.12</b>	<b>Rechenwerke</b> . . . . .	92	3.4.3	Touchpad . . . . .	119
2.12.1	Serielles Addierwerk . . . . .	92	3.4.4	TrackPoint . . . . .	119
2.12.2	Serielles Subtrahierwerk . . . . .	93	3.4.5	Periphere Schnittstellen . . . . .	119
2.12.3	Serielles Multiplizierwerk . . . . .	95	3.4.6	Grafikkarten . . . . .	122
2.12.4	Paralleler Addierer . . . . .	96	3.4.7	Monitore . . . . .	123
<b>2.13</b>	<b>Digital-Analog-Umsetzer</b> . . . . .	97	3.4.8	Möglichkeiten der Eingabe-Ausgabe-Kommunikation . . . . .	124
2.13.1	DA-Umsetzer mit gestuften Widerständen . . . . .	97	<b>3.5</b>	<b>Massenspeicher</b> . . . . .	124
2.13.2	DA-Umsetzer mit Widerstandskettenleiter/R2R-Netzwerk . . . . .	98	3.5.1	Festplatten . . . . .	124
<b>2.14</b>	<b>Analog-Digital-Umsetzer</b> . . . . .	100	3.5.2	Partitionieren und Formatieren . . . . .	125
2.14.1	AD-Umsetzer mit Widerstandsnetzwerk . . . . .	100	3.5.3	Anschlüsse von Festplatten . . . . .	128
2.14.2	AD-Umsetzer nach dem Sägezahnverfahren . . . . .	101	3.5.4	RAID-Systeme . . . . .	129
2.14.3	AD-Umsetzer nach dem Wägeverfahren . . . . .	102	3.5.5	Optische Aufzeichnungssysteme . . . . .	131
2.14.4	AD-Umsetzer nach dem Parallelverfahren . . . . .	103	<b>4</b>	<b>Übertragungsnetze</b> . . . . .	133
2.14.5	AD-Umsetzung durch Delta-Modulation . . . . .	103	<b>4.1</b>	<b>Übertragungstechnik</b> . . . . .	134
<b>2.15</b>	<b>Halbleiterspeicher</b> . . . . .	104	4.1.1	Informationstechnische Grundlagen . . . . .	134
2.15.1	Festwertspeicher . . . . .	104	4.1.2	Übertragungsverfahren . . . . .	135
2.15.2	Schreib-Lese-Speicher . . . . .	105	4.1.3	Übertragungswege . . . . .	136
<b>2.16</b>	<b>Rechnerarchitektur</b> . . . . .	106	4.1.4	Signalarten . . . . .	136
2.16.1	Von-Neumann-Architektur . . . . .	106	4.1.5	Elektroakustik . . . . .	137
2.16.2	Harvard-Architektur . . . . .	106	<b>4.2</b>	<b>Leitungsgebundene Signalübertragung</b> . . . . .	143
2.16.3	Mikrocontroller-Architektur . . . . .	106	4.2.1	Übertragungskabel mit Kupferadern . . . . .	143

4.2.2	Lichtwellenleiterkabel (LWL-Kabel) . . . . .	146	5.3.4	Verbindungssteuerung mit dem Signalisierungs-Protokoll SIP (Session Initiation Protocol) . . . . .	235
4.2.3	Kabelnetzaufbau . . . . .	149	5.3.5	Architekturen der öffentlichen Netze . . . . .	251
4.2.4	Grundgrößen einer Leitung . . . . .	150	<b>5.4</b>	<b>WAN-Netzarchitekturen . . . . .</b>	<b>254</b>
4.2.5	Dämpfung auf Leitungen . . . . .	161	<b>5.5</b>	<b>TeraStream . . . . .</b>	<b>255</b>
4.2.6	Pegel . . . . .	164	<b>5.6</b>	<b>5G-Campusnetze . . . . .</b>	<b>256</b>
4.2.7	Übertragungsstörungen . . . . .	166	5.6.1	Die 5G-Architektur . . . . .	257
<b>4.3</b>	<b>Mehrfachausnutzung von Übertragungswegen . . . . .</b>	<b>172</b>	5.6.2	Luftschnittstellen . . . . .	258
4.3.1	Verfahren zur Mehrfachausnutzung . . . . .	173	5.6.3	Ein privates 5G-Netz . . . . .	259
4.3.2	Modulationsverfahren . . . . .	174	5.6.4	Private Unternehmen als Mobilfunknetzbetreiber . . . . .	260
4.3.3	Modulationsarten bei Sinusschwingungen . . . . .	175	<b>5.7</b>	<b>Zugangsnetze (Access) . . . . .</b>	<b>261</b>
4.3.4	Modulationsarten bei Pulsfolgen . . . . .	178	5.7.1	Asymmetrical Digital Subscriber Line (ADSL) . . . . .	262
4.3.5	Wellenlängen-Multiplexverfahren WDM . . . . .	179	5.7.2	Very high bit rate Digital Subscriber Line (VDSL) . . . . .	262
4.3.6	Digitale Modulationsverfahren mit sinusförmigem Träger . . . . .	180	5.7.3	Vectoring . . . . .	263
4.3.7	Digitaler Teilnehmeranschluss ADSL . . . . .	181	5.7.4	Bonding . . . . .	264
4.3.8	Zeitmultiplex-Verfahren PCM . . . . .	182	5.7.5	Breitbandkabel-Anschlüsse . . . . .	266
4.3.9	Messtechnik . . . . .	186	5.7.6	LTE-Anschluss . . . . .	267
<b>4.4</b>	<b>Datenkommunikation mit dem Internet-Protokoll IP . . . . .</b>	<b>192</b>	5.7.7	Optische Zugangssysteme . . . . .	268
4.4.1	OSI-Referenzmodell und seine Protokolle . . . . .	192	5.7.8	Multi-Service Access Node (MSAN) . . . . .	269
4.4.2	TCP/IP-Referenzmodell und OSI . . . . .	193	5.7.9	Private Netze (TK-Anlagen) . . . . .	271
4.4.3	Internet-Transport-Protokoll TCP . . . . .	194	<b>6</b>	<b>Lokale Netze . . . . .</b>	<b>279</b>
4.4.4	TCP-Segment-Header (L4) . . . . .	195	<b>6.1</b>	<b>Grundlagen der lokalen Netze . . . . .</b>	<b>279</b>
4.4.5	User Datagram Protocol, UDP . . . . .	196	<b>6.2</b>	<b>Netzwerk-Topologien . . . . .</b>	<b>280</b>
4.4.6	Das Internet . . . . .	196	6.2.1	Bus . . . . .	280
4.4.7	Header des IP-Protokolls . . . . .	197	6.2.2	Stern . . . . .	281
4.4.8	IP-Adressen . . . . .	198	6.2.3	Ring . . . . .	281
4.4.9	Domain Name System DNS . . . . .	198	6.2.4	Masche . . . . .	281
<b>5</b>	<b>Weitverkehrsnetze . . . . .</b>	<b>199</b>	6.2.5	Linie . . . . .	281
<b>5.1</b>	<b>Einführung . . . . .</b>	<b>199</b>	6.2.6	Zell-Topologie . . . . .	281
<b>5.2</b>	<b>Transportnetz . . . . .</b>	<b>200</b>	6.2.7	Hybride Topologien . . . . .	282
5.2.1	Multiprotocol Label Switching (MPLS) . . . . .	200	6.2.8	Erweiterter Stern . . . . .	282
5.2.2	Software-defined Networking . . . . .	201	6.2.9	Logische und physikalische Topologie . . . . .	282
5.2.3	Data Center . . . . .	212	<b>6.3</b>	<b>Strukturierte Verkabelung . . . . .</b>	<b>283</b>
<b>5.3</b>	<b>Netze der nächsten Generation – NGN . . . . .</b>	<b>217</b>	<b>6.4</b>	<b>Schichtenmodelle . . . . .</b>	<b>283</b>
5.3.1	Grundlagen . . . . .	217	6.4.1	ISO/OSI-Modell . . . . .	283
5.3.2	IP Multimedia Subsystem IMS . . . . .	224	6.4.2	Schichten des OSI-Modells . . . . .	285
5.3.3	Übertragung von Echtzeitinformationen über NGN . . . . .	228	6.4.3	DoD- oder TCP/IP-Modell . . . . .	286

<b>6.5</b>	<b>Übertragungsmedien</b> .....	286	6.8.2	Bluetooth .....	293
6.5.1	Koaxial-Kabel .....	286	6.8.3	Li-Fi – ein kommender Standard? ...	293
6.5.2	Twisted-Pair-Kabel .....	286	<b>6.9</b>	<b>Netzwerkspeicher</b> .....	294
6.5.3	Netzwerkklassen und Netzwerkkategorien .....	287	6.9.1	Network Attached Storage – NAS ..	294
6.5.4	Lichtwellenleiter (LWL) .....	288	6.9.2	Storage Area Network – SAN .....	294
<b>6.6</b>	<b>Ethernet</b> .....	290	<b>6.10</b>	<b>Virtualisierung im LAN</b> .....	294
<b>6.7</b>	<b>Netzkopplungen</b> .....	291	6.10.1	Servervirtualisierung .....	294
6.7.1	Repeater und Hub .....	291	6.10.2	Desktopvirtualisierung .....	295
6.7.2	Bridge und Switch .....	291	<b>6.11</b>	<b>Cloud-Dienste nutzen</b> .....	295
6.7.3	Router .....	292	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	297	
<b>6.8</b>	<b>Drahtlose Netzwerke</b> .....	292	<b>Glossar der Abkürzungen</b> .....	303	
6.8.1	WLAN/WIFI .....	292			