

# Inhaltsverzeichnis

<b>Teil 1. Grundlagen der Signalübertragung</b>	<b>1</b>
<b>1. Einleitung und Definitionen</b>	<b>1</b>
1.1. Informationen, Nachrichten, Signale	1
▶ 1.2. Elektrisches Nachrichtensystem	4
▶ 1.3. Wirkungsgrad, Dämpfung und Pegel	5
1.4. Energietechnik, Nachrichtentechnik	10
▶ 1.5. Frequenzband und Spektrum	13
1.6. Grundaufgaben der Signalübertragungstechnik	15
▶ 1.7. Mehrfachausnutzung und Betriebsarten	18
1.8. Zusammenfassung	21
<b>2. Verzerrungen und Rauschen</b>	<b>23</b>
* 2.1. Informationsminderung	23
▶ 2.2. Lineare Verzerrungen	24
▶ 2.3. Nichtlineare Verzerrungen	27
▶ 2.4. Rauschen	30
▶ 2.4.1. Widerstandsrauschen	30
* 2.4.2. Stromrauschen	32
▶ 2.4.3. Verstärkerrauschen	33
2.5. Zusammenfassung	35
<b>3. Wandler</b>	<b>36</b>
▶ 3.1. Elektroakustik	36
3.2. Schallwandlerprinzipien	41
▶ 3.3. Schallempfänger (Mikrofone)	42
3.3.1. Richtcharakteristik	42
3.3.2. Kohlemikrofon	43
▶ 3.3.3. Dynamisches Mikrofon	46
▶ 3.3.4. Kondensatormikrofon	47
* 3.3.5. Kristallmikrofon	49
▶ 3.4. Schallsender (Lautsprecher und Hörer)	50
* 3.4.1. Kugelstrahler und Kolbenmembran	50
3.4.2. Magnetisches Telefon	52
▶ 3.4.3. Dynamischer Lautsprecher	53
* 3.4.4. Elektrostatischer Lautsprecher	56
* 3.4.5. Piezoelektrischer Lautsprecher	57
3.4.6. Offene und geschlossene Hörer	57
3.5. Zusammenfassung	59

<b>4.</b>	<b>Schwingungserzeugung</b>	<b>61</b>
▶ 4.1.	Rückkopplung	61
▶ 4.1.1.	Ableitung der Rückkopplung	61
* 4.1.2.	Gegenkopplung	64
▶ 4.1.3.	Selbsterregungsbedingung	66
▶ 4.2.	Harmonische Oszillatoren	67
▶ 4.2.1.	Schwingkreise	67
* 4.2.2.	Oszillator mit induktiver Rückkopplung	70
▶ 4.2.3.	Oszillatoren mit Dreipunktschaltung	71
* 4.2.4.	Frequenzstabilisierung mit Steuerquarz (Quarzoszillator)	73
▶ 4.2.5.	RC-Generator	75
* 4.2.6.	Andere Verfahren	78
▶ 4.3.	Impulsoszillatoren	79
▶ 4.3.1.	Impulserzeugung aus Sinusschwingung	79
* 4.3.2.	Multivibrator	82
▶ 4.3.3.	Astabiler Multivibrator	83
▶ 4.3.4.	Monostabiler Multivibrator	84
▶ 4.3.5.	Bistabiler Multivibrator	85
4.3.6.	Schmitt-Trigger	86
4.4.	Zusammenfassung	88
	Literatur zu Teil 1	90
<b>Teil 2.</b>	<b>Modulation, Demodulation</b>	<b>92</b>
<b>5.</b>	<b>Frequenzumsetzungen</b>	<b>92</b>
* 5.1.	Überlagerung und Umsetzung	92
▶ 5.2.	Schwingungsmodulation	95
▶ 5.3.	Pulsmodulation	97
▶ 5.3.1.	Abtasttheorem	98
5.3.2.	Modulationsarten	100
5.4.	Zusammenfassung	103
<b>6.</b>	<b>Amplitudenmodulation (AM)</b>	<b>105</b>
▶ 6.1.	Theoretische Behandlung	105
▶ 6.2.	Amplitudenmodulatoren	108
▶ 6.2.1.	Modulation an quadratischer Kennlinie	108
▶ 6.2.2.	Modulation durch Veränderung der Verstärkung	110
▶ 6.2.3.	Modulation mit Trägerunterdrückung	112
* 6.2.4.	SSB-Modulatoren	113
▶ 6.3.	Demodulation amplitudenmodulierter Schwingungen	115

* 6.3.1.	Diodendemodulation	115
► 6.3.2.	Spitzengleichrichter	116
* 6.3.3.	Demodulation am Ringmodulator	117
6.4.	Zusammenfassung	118
<b>7.</b>	<b>Frequenzmodulation (FM)</b>	<b>119</b>
► 7.1.	Theoretische Behandlung	119
► 7.1.1.	Zeitfunktion der FM	119
7.1.2.	Bandbegrenzung	122
► 7.2.	Frequenzmodulatoren	124
► 7.3.	Demodulation frequenzmodulierter Schwingungen	126
7.4.	Zusammenfassung	130
<b>8.</b>	<b>Pulscodemodulation (PCM)</b>	<b>132</b>
8.1.	Prinzip der PCM	132
8.1.1.	Vorbemerkungen	132
8.1.2.	Analog-Digital-Umsetzung	133
8.2.	Quantisierungsrauschen und Aliasing	134
8.2.1.	Quantisierungsrauschen	134
8.2.2.	Aliasing	136
* 8.3.	PCM-Anwendungsfälle	139
* 8.3.1.	Formate	139
* 8.3.2.	Musikaufzeichnung auf Magnetband	141
* 8.3.3.	Meßwertspeicherung	143
* 8.3.4.	PCM-Telemetrie	145
* 8.3.5.	Sprachübertragung	146
* 8.3.6.	Tonübertragung	148
* 8.3.7.	Fernsehübertragung	149
8.4.	Zusammenfassung	150
	Literatur zu Teil 2	151
<b>Teil 3.</b>	<b>Übertragungstechnik</b>	<b>153</b>
<b>9.</b>	<b>Leitungen</b>	<b>153</b>
► 9.1.	Leitungstypen	153
► 9.1.1.	Einteilung von Nachrichtenleitungen nach ihrem Aufbau	153
► 9.1.2.	Einteilung von Nachrichtenleitungen nach ihrem Verwendungszweck	154
9.2.	Allgemeine Leitungseigenschaften	156
9.2.1.	Betriebszustände elektrischer Leitungen	156

9.2.2.	Ersatzschaltungen und mathematische Behandlung	157
* 9.2.3.	Leitungsgleichungen	160
* 9.2.4.	Wellenausbreitung	162
9.2.5.	Leitungskonstanten	168
► 9.3.	Eigenschaften spezieller Leitungen	171
9.3.1.	Freileitungen	171
► 9.3.2.	Koaxialkabel	173
► 9.3.3.	Fernmeldekabel	177
* 9.3.4.	Hohlleiter	179
* 9.3.5.	Lichtleiter	184
9.4.	Zusammenfassung	187

## **10. Drahtgebundene Übertragung** 189

---

► 10.1.	Trägerfrequenztechnik	189
► 10.1.1.	Raumstaffelung	189
► 10.1.2.	Frequenzstaffelung	190
► 10.1.3.	Zeitstaffelung	192
► 10.2.	Telefonie (Fernsprechen)	194
► 10.2.1.	Spezielle Bauelemente der Fernsprechtechnik	194
► 10.2.2.	Grundsaltungen	199
► 10.2.3.	Übertragungstechnik	201
10.2.4.	Trägerfrequenztelefonie	203
* 10.2.5.	Sonderformen und neue Entwicklungen	207
► 10.3.	Telegrafie (Fernschreiben)	211
10.3.1.	Codierung	211
* 10.3.2.	Geschwindigkeit und Bandbreite	214
► 10.3.3.	Fernschreiber	214
► 10.3.4.	Bildtelegrafen	218
10.3.5.	Übertragungstechnik	222
10.4.	Zusammenfassung	228

## **11. Antennen und Wellenausbreitung** 230

---

► 11.1.	Antenneneigenschaften und Kenngrößen	230
11.1.1.	Antenne als Strahler	230
► 11.1.2.	Kenngrößen der Antenne	236
* 11.1.3.	Reziprozität	240
► 11.2.	Wellenausbreitung	241
11.2.1.	Die Erdatmosphäre	241
11.2.2.	Bodenwelle	243
11.2.3.	Raumwelle	245
► 11.2.4.	Ausbreitung in verschiedenen Wellenbereichen	248

▶ 11.3.	Einfache Rund- und Richtstrahler	250
▶ 11.3.1.	Vertikalantennen	250
▶ 11.3.2.	Dipolantennen	253
▶ 11.3.3.	Rahmen- und Ferritantennen	258
11.3.4.	Mobilantennen	259
11.4.	Gruppenstrahler	261
11.4.1.	Antennengruppen	261
11.4.2.	Richtstrahler	263
* 11.4.3.	Rundstrahler	271
11.5.	Langdrahtantennen	273
11.5.1.	Einfache Langdrahtantennen	273
* 11.5.2.	Rhombusantenne	274
* 11.6.	Schlitz- und Flächenstrahler	276
* 11.6.1.	Grundlagen	276
* 11.6.2.	Schlitzstrahler	277
* 11.6.3.	Flächenstrahler	279
11.7.	Zusammenfassung	280

## **12. Drahtlose Übertragung** 282

---

▶ 12.1.	Hörrundfunk	282
12.1.1.	Zielsetzungen, Qualitätsstufen, Sonderformen	282
▶ 12.1.2.	Hörrundfunk-Sender	287
▶ 12.1.3.	Hörrundfunk-Empfänger	289
▶ 12.2.	Fernsehrundfunk	293
▶ 12.2.1.	Grundlagen der Fernsehtechnik	293
▶ 12.2.2.	Fernsehsender und Bildaufnahmeröhren	296
▶ 12.2.3.	Fernsehempfänger und Bildwiedergaberöhren	298
* 12.2.4.	Farbfernsehen	301
* 12.3.	Richtfunk	307
* 12.3.1.	Richtfunkbänder und -systeme	307
* 12.3.2.	Kurzwellenverbindungen	308
* 12.3.3.	Breitbandverbindungen	309
* 12.4.	Satellitenfunk	312
* 12.4.1.	Erdsatelliten	312
* 12.4.2.	Systemaufbau	314
* 12.4.3.	Satellitensysteme	318
12.5.	Zusammenfassung	321
	Literatur zu Teil 3	323

<b>Teil 4. Datenfernverarbeitung</b>	<b>325</b>
<b>13. Problemstellung und Prinzipien</b>	<b>325</b>
13.1. Problemstellung	325
13.2. Systembestandteile	328
► 13.3. Datenfernverarbeitung und Teilnehmerbetrieb	330
13.4. Zusammenfassung	334
<b>14. Verfahren und Betriebsarten</b>	<b>336</b>
► 14.1. Direktes und indirektes Verfahren (On-line und Off-line)	336
► 14.1.1. Off-line-Verarbeitung	336
► 14.1.2. On-line-Verarbeitung	337
► 14.1.3. Stapelfernverarbeitung, Dialog- und Verbundbetrieb	339
► 14.2. Arten der Übergabe und Betriebsarten	340
► 14.2.1. Serielle und parallele Übergabe	340
► 14.2.2. Synchrone und asynchrone Übergabe	341
* 14.2.3. Simplex, Duplex, Multiplex	342
14.3. Zusammenfassung	343
<b>15. Übertragungskanäle und Arbeitsweisen</b>	<b>344</b>
15.1. Allgemeines	344
► 15.2. Leitungsarten, Schnittstellen, Netzformen	346
► 15.2.1. Leitungen für digitale Übertragungen	346
► 15.2.2. Leitungen für analoge Übertragungen	348
* 15.2.3. EDS-System	351
15.2.4. Netzformen	353
► 15.3. Arbeitsweisen	355
► 15.3.1. Echtzeitverarbeitung	356
► 15.3.2. Multiprogramming	356
► 15.3.3. Multiprocessing und Multicomputing	358
15.4. Zusammenfassung	360
<b>16. Datenübertragungsblock und Datensicherung</b>	<b>361</b>
16.1. Übertragungsblock und Formate	361
16.1.1. Übertragungsprozedur	361
* 16.1.2. Format: Magnetbandkassette	363
* 16.1.3. Format: Flexible Magnetplatte	365
► 16.2. Datensicherung	366
16.3. Zusammenfassung	368

<b>17.</b>	<b>Beispiele für DFV-Systeme</b>	<b>369</b>
* 17.1.	Allgemeine Anwendungsfälle	370
* 17.1.1.	Grundformen	370
* 17.1.2.	Modems und Datenraten	374
* 17.2.	Verbundsysteme	379
17.3.	Zusammenfassung	383
	Literatur zu Teil 4	384
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>385</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>388</b>