



Leseprobe

Ulrich Freyer

Nachrichten-Übertragungstechnik

Grundlagen, Komponenten, Verfahren und Anwendungen der
Informations-, Kommunikations- und Medientechnik

ISBN (Buch): 978-3-446-44211-5

ISBN (E-Book): 978-3-446-44427-0

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44211-5>

sowie im Buchhandel.

Vorwort des Herausgebers

■ Was können Sie mit diesem Buch lernen?

Wenn Sie mit diesem Buch lernen, dann erwerben Sie umfassende Kenntnisse, Fähigkeiten und Einsichten in Gebiete der Telekommunikationstechnik, die Sie bei der Entwicklung von Projekten und der Lösung von produktionstechnischen Aufgaben benötigen.

Dabei steht die Digitalisierung der Anlagen angemessen im Vordergrund!

Der Umfang dessen, was wir Ihnen anbieten, orientiert sich an

- den Studienplänen der Fachhochschulen für Technik,
- den Lehrplänen der Fachhochschulen für Technik in den Bundesländern.

Sie werden anwendungsorientiert mit Grundlagen, Komponenten, Verfahren und Systemen der Telekommunikationstechnik vertraut gemacht.

Das heißt, Sie können dabei folgenden Fragen nachgehen:

- Welche Grundbegriffe und Grundgesetze gelten?
- Welche Funktionsprinzipien werden wirksam?
- Welche Verfahren, Netze und Dienste sind auszuwählen?
- Wie lassen sich Probleme schaltungstechnisch, messtechnisch und/oder technologisch realisieren?

■ Wer kann mit diesem Buch lernen?

Jeder, der

- sich weiterbilden möchte,
- elementare Kenntnisse in der Mathematik und den Naturwissenschaften besitzt,
- grundlegende Kenntnisse in der Elektrotechnik, der Informatik, der Elektronik und der Messtechnik erworben hat.

Das können sein:

- Studenten an Fachhochschulen, Studenten an Berufsakademien und Ingenieure,
- Studenten an Fachschulen für Technik und Techniker,
- Schüler an Berufsfachschulen und Technische Assistenten,

- Schüler an beruflichen Gymnasien und Berufsoberschulen,
- Facharbeiter, Gesellen und Meister während und nach der Ausbildung,
- Umschüler und Rehabilitanden,
- Teilnehmer an Fort- und Weiterbildungskursen,
- Autodidakten

vor allem der Informationstechnik und der Telekommunikationstechnik.

■ Wie können Sie mit diesem Buch lernen?

Ganz gleich, ob Sie mit diesem Buch in Hochschule, Schule, Betrieb, Lehrgang oder zu Hause im „stillen Kämmerlein“ lernen, es wird Ihnen Freude machen.

Warum?

Ganz einfach, weil Ihnen hier ein Buch vorgelegt wird, das in seiner Gestaltung die Grundgesetze des menschlichen Lernens umsetzt.

Deshalb werden Sie am Anfang jedes Kapitels in einer Einführung mit dem bekannt gemacht, was Sie am Ende gelernt haben sollen.

-Ein Lernbuch also!-

Danach beginnen Sie sich mit den Lehr- und Lerninhalten auseinanderzusetzen! Schrittweise dargestellt, ausführlich beschrieben in der linken Spalte der Buchseite und umgesetzt in die technisch-fachsprachliche Darstellung in der rechten Spalte der Buchseite. Die eindeutige Zuordnung des behandelten Stoffes in beiden Spalten macht das Lernen viel leichter, Umblättern ist nicht mehr nötig.

Zur Vertiefung stellt Ihnen der Autor Beispiele vor.

-Ein unterrichtsbegleitendes Lehr- und Lernbuch.-

Jetzt können und sollten Sie sofort die Übungsaufgaben durcharbeiten, um das Gelernte zu festigen. Den wesentlichen Lösungsvorgang und das Ergebnis jeder Übung hat der Autor am Ende des Buches für Sie aufgeschrieben.

-Also auch ein Arbeitsbuch mit Lösungen.-

Sie wollen sicher sein, dass Sie richtig und vollständig gelernt haben. Deshalb bietet Ihnen der Autor Lernerfolgskontrollen an. Ob Sie richtig geantwortet haben, können Sie aus den Lösungen am Ende des Buches ersehen.

-Lernerfolgskontrollen mit Lösungen.-

Trotz intensiven Lernens durch Beispiele, Übungen und Lernerfolgskontrollen verliert sich ein Teil des Wissens und Könnens wieder, wenn Sie nicht bereit sind, regelmäßig und bei Bedarf zu wiederholen!

Das will Ihnen der Autor erleichtern.

Er hat die jeweils rechten Spalten der Buchseiten so geschrieben, dass hier die Kerninhalte als stichwortartiger Satz, als Formel oder als Skizze zusammengefasst sind. Sie brauchen deshalb beim Wiederholen und auch Nachschlagen meistens nur die rechten Spalten lesen.

-Schließlich noch ein Repetitorium!-

Für das Aufsuchen entsprechender Kapitel verwenden Sie bitte das Inhaltsverzeichnis am Anfang des Buches, für die Suche bestimmter Begriffe steht das Sachwortregister am Ende des Buches zur Verfügung.

-Selbstverständlich mit Inhaltsverzeichnis und Sachwortregister.-

Sicherlich werden Sie durch die intensive Arbeit mit dem Buch auch Ihre „Bemerkungen zur Sache“ in diesem Buch unterbringen wollen, um es so zum individuellen Arbeitsmittel zu machen, das Sie auch später gerne benutzen. Deshalb haben wir für Ihre Notizen auf den Seiten Platz gelassen.

-Am Ende ist „Ihr“ Buch entstanden.-

Möglich wurde dieses Lernbuch für Sie durch die Bereitschaft des Autors und die intensive Unterstützung des Verlages mit seinen Mitarbeitern. Ihnen sollten wir herzlich danken. Beim Lernen wünsche ich Ihnen viel Freude und Erfolg.

Manfred Mettke

Vorwort des Verfassers

Die Informations-, Kommunikations- und Medientechnik hat sich auch in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt. Dabei stellen die zahlreichen neuen oder verbesserten Möglichkeiten für die Nutzer keine Revolution dar, sondern eine systematische Evolution der Technologien und der Hardware, aber ebenso der Software.

Alle neuen Konzepte und Verfahren stützen sich auf digitale Signalübertragung und -verarbeitung, das Schlagwort lautet deshalb auf allen Ebenen „Digitalisierung“. Die analoge Welt ist, von spezifischen Ausnahmen abgesehen, inzwischen „Schnee von gestern“. In dieser neuen Auflage wird sie jedoch nicht vollständig ignoriert, weil einerseits noch analoge Systeme in Betrieb sind und andererseits in zahlreichen Fällen digitale Anwendungen auf denselben physikalischen Effekten basieren wie bei analoger Realisierung. Als ein Beispiel dafür sei das Fernsehen erwähnt, das in beiden Fällen mit den Grundfarben Rot, Grün und Blau arbeitet. Es gibt außerdem auch Bereiche, bei denen die Funktionsweise keinen digitalen Bezug aufweist. Das gilt zum Beispiel für alle Aspekte des Einsatzes von Funkwellen, weil die damit verknüpften Schwingungen systembedingt stets analoge Verläufe aufweisen.

Während in der analogen Welt Hertz (Hz) das Maß aller Dinge war, geht es in der digitalen Welt primär um die Datenübertragungsgeschwindigkeit, was üblicherweise als Bandbreite bezeichnet wird. Es spielen aber auch zunehmend die durch Übertragung und Verarbeitung bedingten Laufzeiten der Signale eine wichtige Rolle, weil sie Verzögerungen bewirken. Das ist besonders bei Echtzeitübertragung [*real time transmission*] relevant. Der Schwerpunkt der Informations-, Kommunikations- und Medientechnik liegt inzwischen beim Internet, wobei über diesen Weg alle Informationen überall und zu jeder Zeit verfügbar sein sollen.

In dieser neuen Auflage der „Nachrichten-Übertragungstechnik“ wurde das seit Jahren bewährte Konzept der Strukturierung des Inhalts beibehalten, jedoch um die aktuellen Entwicklungen der Quellencodierung, der Kanalcodierung, der digitalen Modulationsverfahren, der Übertragungsverfahren, der Verschlüsselung, der Fehlerschutzverfahren, der Schnittstellen und der Protokolle ergänzt. Außerdem wird die wachsende Zahl der verfügbaren oder in der Entwicklung befindlichen Anwendungen aus den Bereichen Informations-, Kommunikations- und Medientechnik behandelt. Die einzelnen Themen betrachten wir dabei aus physikalischer und mathematischer Sicht, außerdem spielen auch die Begriffsbestimmungen eine wichtige Rolle. Bei Schaltungen geht es dabei nicht um die Dimensionierung der Komponenten, sondern um die Funktion. Ergänzend finden Sie auch die in der Informations-, Kommunikations- und Medientechnik üblichen englischen Ausdrücke (angegeben in eckigen Klammern), Kunstworte (Akronyme) und Abkürzungen.

Für die Arbeit mit diesem Buch sind Grundkenntnisse der Physik, Mathematik, Elektrotechnik und Elektronik erforderlich, also gängiges Basiswissen.

Diese neue Auflage der „Nachrichten-Übertragungstechnik“ umfasst alle Aspekte der modernen Informations-, Kommunikations- und Medientechnik. Damit sind Sie als Nutzer des Buches „up to date“ hinsichtlich Ihres fachlichen Wissens. Das Werk ist zum Lesen, Lernen und Nachschlagen bestens geeignet und stellt deshalb eine sinnvolle Investition dar.

Inhalt

1	Ausgangssituation	19
1.1	Einführung	19
1.2	Information, Signal, Kommunikation	19
1.3	Übertragung und Speicherung	21
1.4	Übungen zu Kapitel 1	24
1.5	Lernerfolgskontrolle zu Kapitel 1	24
2	Grundlagen	25
2.1	Pegel	25
2.1.1	Einführung	25
2.1.2	Pegelarten	25
2.1.3	Abstand und Maß	31
2.1.4	Pegelplan	32
2.2	Übungen zu Abschnitt 2.1	33
2.3	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.1	34
2.4	Signale	34
2.4.1	Einführung	34
2.4.2	Zeitfunktion und Frequenzfunktion	34
2.4.3	Analoge und digitale Signale	40
2.4.4	Nutzsignale und Störsignale	44
2.4.5	Analyse und Synthese	51
2.4.6	Dämpfung und Verstärkung	56
2.4.7	Kopplungsarten	58
2.5	Übungen zu Abschnitt 2.4	59
2.6	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.4	60
2.7	Eintore und Mehrfore	62
2.7.1	Einführung	62
2.7.2	Funktionseinheiten	62
2.7.3	Übersichtsschaltpläne	62

2.7.4	Arten der Tore	62
2.7.5	Kenngrößen	64
2.7.6	Belastete Ein- und Mehrtore	65
2.8	Übungen zu Abschnitt 2.7	66
2.9	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.7	66
2.10	Anpassung und Fehlanpassung	66
2.10.1	Einführung	66
2.10.2	Voraussetzungen und Auswirkungen	66
2.10.3	Bewertungsgrößen	68
2.10.4	Rauschanpassung	70
2.11	Übungen zu Abschnitt 2.10	70
2.12	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.10	70
2.13	Elektromagnetische Wellen	71
2.13.1	Einführung	71
2.13.2	Schwingung und Welle	71
2.13.3	Elektromagnetisches Feld	75
2.13.4	Frequenz- und Wellenbereiche	81
2.13.5	Wellenausbreitung	83
2.14	Übungen zu Abschnitt 2.13	90
2.15	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.13	91
2.16	Kommunikation	92
2.16.1	Einführung	92
2.16.2	Arten	92
2.16.3	Verteilung und Vermittlung	94
2.16.4	Übertragungsmodi	94
2.17	Übungen zu Abschnitt 2.16	95
2.18	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.16	96
2.19	Referenzmodell für offene Kommunikationssysteme	96
2.19.1	Einführung	96
2.19.2	Konzept	96
2.19.3	Schichtenstruktur	98
2.19.4	Kommunikationsstruktur	100
2.20	Übungen zu Abschnitt 2.19	102
2.21	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.19	102
2.22	Signalübertragung	102
2.22.1	Einführung	102
2.22.2	Übertragungssystem	103
2.22.3	Übertragungskonzept	103
2.22.4	Übertragungskanal	104
2.22.5	Übertragungsparameter	105

2.23	Übungen zu Abschnitt 2.22	106
2.24	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.22	107
2.25	Speicherspeicherung	107
2.25.1	Einführung	107
2.25.2	Speicherkonzepte	107
2.25.3	Speicherspezifikationen	109
2.26	Übungen zu Abschnitt 2.25	110
2.27	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.25	110
2.28	Schnittstellen und Protokolle	111
2.28.1	Einführung	111
2.28.2	Begriffsbestimmungen	111
2.28.3	Hardware-Schnittstellen	112
2.28.4	Software-Schnittstellen	114
2.28.5	Protokolle	114
2.29	Übungen zu Abschnitt 2.28	115
2.30	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.28	116
2.31	Netze und Dienste	116
2.31.1	Einführung	116
2.31.2	Begriffsbestimmungen	116
2.31.3	Netze	117
2.31.3.1	Einführung	117
2.31.3.2	Netzbetrieb	117
2.31.3.3	Netzkonzepte	121
2.31.3.4	Netzinfrastruktur	122
2.31.4	Dienste	126
2.32	Übungen zu Abschnitt 2.31	127
2.33	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.31	128
2.34	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	128
2.34.1	Einführung	128
2.34.2	Grundlagen	129
2.34.3	Störstrahlung	130
2.34.4	Störfestigkeit	131
2.35	Übungen zu Abschnitt 2.34	133
2.36	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.34	133
2.37	Standardisierung	134
2.37.1	Einführung	134
2.37.2	Grundlagen	134
2.37.3	Offizielle Standards	135
2.37.4	Verbands- und Industriestandards	138
2.38	Übungen zu Abschnitt 2.37	140

2.39	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.37	140
2.40	Messtechnik	140
2.40.1	Einführung	140
2.40.2	Grundlagen	141
2.40.3	Elektrische Messtechnik	141
2.40.4	Optische Messtechnik	145
2.41	Übungen zu Abschnitt 2.40	146
2.42	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.40	146
3	Komponenten	147
3.1	Verstärker	147
3.1.1	Einführung	147
3.1.2	Kenngrößen	147
3.1.3	Arten	149
3.2	Übungen zu Abschnitt 3.1	150
3.3	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 3.1	150
3.4	Sender und Empfänger	150
3.4.1	Einführung	150
3.4.2	Kenngrößen	150
3.4.3	Arten	151
3.5	Übungen zu Abschnitt 3.4	152
3.6	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 3.4	152
3.7	Antennen	152
3.7.1	Einführung	152
3.7.2	Grundlagen	152
3.7.3	Kenngrößen	153
3.7.4	Ausführungsformen	158
3.8	Übungen zu Abschnitt 3.7	164
3.9	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 3.7	164
3.10	Elektrische Leitungen	165
3.10.1	Einführung	165
3.10.2	Grundlagen	165
3.10.3	Kenngrößen	167
3.10.4	Ausführungsformen	168
3.10.5	Leitung als Übertragungskanal	172
3.10.6	Leitung als Bauelement	173
3.11	Übungen zu Abschnitt 3.10	176
3.12	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 3.10	176
3.13	Optische Leitungen	177
3.13.1	Einführung	177

3.13.2 Grundlagen	177
3.13.3 Kenngrößen	180
3.13.4 Ausführungsformen	181
3.14 Übungen zu Abschnitt 3.13	184
3.15 Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 3.13	184
3.16 Wandler und Umsetzer	184
3.16.1 Einführung	184
3.16.2 Elektroakustische Wandler	185
3.16.2.1 Einführung	185
3.16.2.2 Grundlagen	185
3.16.2.3 Mikrofone	188
3.16.2.4 Lautsprecher und Hörer	192
3.16.3 Elektrooptische Wandler	195
3.16.3.1 Einführung	195
3.16.3.2 Grundlagen	195
3.16.3.3 Aufnahme-Komponenten	196
3.16.3.4 Wiedergabe-Komponenten	199
3.16.4 Analog-Digital-Umsetzer	202
3.16.5 Digital-Analog-Umsetzer	205
3.16.6 Frequenzumsetzer	207
3.16.7 Umsetzer für LWL-Systeme	207
3.17 Übungen zu Abschnitt 3.16	208
3.18 Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 3.16	210
3.19 Filter und Weichen	211
3.19.1 Einführung	211
3.19.2 Filterarten	211
3.19.3 Kenngrößen von Filtern	212
3.19.4 Weichen	213
3.19.5 Kenngrößen von Weichen	213
3.20 Übungen zu Abschnitt 3.19	214
3.21 Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 3.19	214
3.22 Datennetzkomponenten	214
3.22.1 Einführung	214
3.22.2 Switch	215
3.22.3 Repeater	215
3.22.4 Bridge	215
3.22.5 Router	216
3.22.6 Gateway	216
3.22.7 Hub	216
3.22.8 Server	217
3.23 Übungen zu Abschnitt 3.22	217
3.24 Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 3.22	217

3.25	Koppler	217
3.25.1	Einführung	217
3.25.2	Elektrische Koppler	218
3.25.3	Optokoppler	219
3.26	Übungen zu Abschnitt 3.25	220
3.27	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 3.25	220
4	Verfahren	221
4.1	Modulation und Demodulation	221
4.1.1	Einführung	221
4.1.2	Analoges Trägersignal/Analoges Modulationssignal	223
4.1.2.1	Einführung	223
4.1.2.2	Amplitudenmodulation (AM)	224
4.1.2.3	Frequenzmodulation (FM)	234
4.1.2.4	Phasenmodulation (PM)	239
4.1.3	Analoges Trägersignal/Digitales Modulationssignal	240
4.1.3.1	Einführung	240
4.1.3.2	Amplitudenumtastung (ASK)	242
4.1.3.3	Frequenzumtastung (FSK)	243
4.1.3.4	Phasenumtastung (PSK)	243
4.1.3.5	Amplituden-Phasen-Umtastung (QAM)	245
4.1.4	Digitales Trägersignal/Analoges Modulationssignal	246
4.1.4.1	Einführung	246
4.1.4.2	Pulsamplitudenmodulation (PAM)	247
4.1.4.3	Pulsfrequenzmodulation (PFM)	248
4.1.4.4	Pulsphasenmodulation (PPM)	248
4.1.4.5	Pulsdauermodulation (PDM)	249
4.1.5	Digitale Modulation und Demodulation im Basisband	249
4.1.5.1	Einführung	249
4.1.5.2	Pulsmodulation (PCM)	250
4.1.5.3	Varianten	252
4.1.6	Mehr-Träger-Verfahren	254
4.1.7	Mehrfachmodulation	258
4.2	Übungen zu Abschnitt 4.1	259
4.3	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 4.1	261
4.4	Codierung und Decodierung	262
4.4.1	Einführung	262
4.4.2	Grundlagen	263
4.4.3	Arten	265
4.4.3.1	Einführung	265
4.4.3.2	Leitungscodierung	266
4.4.3.3	Quellencodierung	268
4.4.3.4	Kanalcodierung	277

4.5	Übungen zu Abschnitt 4.4	282
4.6	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 4.4	283
4.7	Multiplexierung und Demultiplexierung	284
4.7.1	Einführung	284
4.7.2	Zeitmultiplex (TDM)	285
4.7.3	Frequenzmultiplex (FDM)	287
4.7.4	Codemultiplex (CDM)	290
4.7.5	Raummultiplex (SDM)	291
4.7.6	Polarisationsmultiplex (PDM)	292
4.8	Übungen zu Abschnitt 4.7	292
4.9	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 4.7	293
4.10	Zugriffsverfahren	293
4.10.1	Einführung	293
4.10.2	Einzelzugriff	293
4.10.3	Vielfachzugriff	294
4.11	Übungen zu Abschnitt 4.10	297
4.12	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 4.10	298
4.13	Signalübertragung	298
4.13.1	Einführung	298
4.13.2	Übertragungskonzept	298
4.13.3	Übertragungsfehler	300
4.13.4	Übertragungsvarianten	301
4.14	Übungen zu Abschnitt 4.13	303
4.15	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 4.13	303
4.16	Speicherungsverfahren	304
4.16.1	Einführung	304
4.16.2	Magnetische Verfahren	305
4.16.3	Optische Verfahren	308
4.16.4	Elektrische Verfahren	312
4.17	Übungen zu Abschnitt 4.16	313
4.18	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 4.16	313
4.19	Mehr-Antennen-Systeme	314
4.19.1	Einführung	314
4.19.2	Konzept MIMO	314
4.19.3	Varianten	316
4.20	Übungen zu Abschnitt 4.19	318
4.21	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 4.19	318
4.22	Zugangsberechtigungssysteme	318
4.22.1	Einführung	318
4.22.2	Grundlagen	319

4.22.3 Lösungsvarianten	320
4.23 Übungen zu Abschnitt 4.22	323
4.24 Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 4.22	324
5 Anwendungen	325
5.1 Hörfunk (Radio)	325
5.1.1 Einführung	325
5.1.2 Analoges Hörfunk	326
5.1.3 Digitaler Hörfunk	340
5.2 Übungen zu Abschnitt 5.1	347
5.3 Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 5.1	348
5.4 Fernsehen (TV)	349
5.4.1 Einführung	349
5.4.2 Analoges Fernsehen	350
5.4.3 Digitales Fernsehen (DVB)	367
5.4.4 Internetfernsehen (IPTV und OTT)	380
5.4.5 Hybrides Fernsehen (Smart-TV)	381
5.4.6 Dreidimensionales Fernsehen (3D-TV)	386
5.5 Übungen zu Abschnitt 5.4	390
5.6 Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 5.4	392
5.7 Schmalbandige Telekommunikation	392
5.7.1 Einführung	392
5.7.2 Dienste	393
5.7.3 Netze	400
5.7.3.1 Einführung	400
5.7.3.2 Festnetze	405
5.7.3.3 Mobilnetze	416
5.8 Übungen zu Abschnitt 5.7	424
5.9 Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 5.7	426
5.10 Datennetze	427
5.10.1 Einführung	427
5.10.2 Grundlagen	427
5.10.3 Arten und Kenngrößen	428
5.11 Übungen zu Abschnitt 5.10	435
5.12 Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 5.10	435
5.13 Internet	436
5.13.1 Einführung	436
5.13.2 Funktionsprinzip	436
5.13.3 Betriebsorganisation	439
5.13.4 Dienste und Anwendungen	440

5.14	Übungen zu Abschnitt 5.13	443
5.15	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 5.13	443
5.16	Stationäre Breitbandkommunikation	443
5.16.1	Einführung	443
5.16.2	DSL-Netze	444
5.16.3	Kabelnetze	446
5.17	Übungen zu Abschnitt 5.16	454
5.18	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 5.16	455
5.19	Mobile Breitbandkommunikation	455
5.19.1	Einführung	455
5.19.2	GSM/DSC	455
5.19.3	UMTS	456
5.19.4	LTE	456
5.20	Übungen zu Abschnitt 5.19	457
5.21	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 5.19	457
5.22	Heimvernetzung	457
5.22.1	Einführung	457
5.22.2	Funktionskonzept	458
5.22.3	Netze	460
5.22.4	Anwendungen	463
5.23	Übungen zu Abschnitt 5.22	467
5.24	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 5.22	467
5.25	Triple Play	468
5.25.1	Einführung	468
5.25.2	Konzept	468
5.25.3	Triple Play über DSL	468
5.25.4	Triple Play über das Kabelnetz	472
5.25.5	Triple Play über Satellit	474
5.26	Übungen zu Abschnitt 5.25	477
5.27	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 5.25	477
5.28	Satellitenkommunikation	477
5.28.1	Einführung	477
5.28.2	Funktionsprinzip	478
5.28.3	Systeme und Kenngrößen	483
5.29	Übungen zu Abschnitt 5.28	488
5.30	Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 5.28	488
5.31	Ortung und Navigation	489
5.31.1	Einführung	489
5.31.2	Varianten	489
5.31.3	Systeme und Kenngrößen	491

5.32 Übungen zu Abschnitt 5.31	497
5.33 Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 5.31	498
6 Perspektiven	499
Lösungen der Übungen und Lernerfolgskontrollen	501
Literaturverzeichnis	545
Index	547

2

Grundlagen

■ 2.1 Pegel

2.1.1 Einführung

Nach Durcharbeiten dieses Kapitels können Sie den Begriff Pegel erklären, die Zweckmäßigkeit der Pseudoeinheit Dezibel aufzeigen, Pegelarten unterscheiden, mit relativen Pegeln rechnen, absolute Pegel nutzen, die Begriffe Abstand und Maß beschreiben sowie Pegelpläne erstellen.

2.1.2 Pegelarten

Signale sind bekanntlich Verläufe physikalischer Größen. In der Informations- und Kommunikationstechnik spielen dabei die elektrische Spannung U und die elektrische Wirkleistung P eine wesentliche Rolle. Die Angabe eines Spannungswertes erfolgt als Vielfaches der Einheit Volt (V), beim Leistungswert ist es die Einheit Watt (W). Dabei kann es sich um ganze Zahlen, aber auch um beliebig gebrochene Zahlen handeln. Bei der Spannung ist zur Angabe der Polarität zusätzlich auch das Minuszeichen möglich.

Sind andere physikalische Größen der elektrischen Wirkleistung proportional, dann handelt es sich um Leistungsgrößen. Dazu gehören:

- Energie, Arbeit P (Einheit: J)
- Leistungs(fluss)dichte P/A (Einheit: W/m^2)
- Energiedichte W/A (Einheit: J/m^2)

Verhalten sich dagegen physikalische Größen proportional zur Quadratwurzel der elektrischen Wirkleistung, dann sprechen wir von Feldgrößen. Dazu gehören:

Wesentliche physikalische Größen in der Kommunikationstechnik:

- **Elektrische Spannung U**
Einheit: Volt (V)
- **Elektrische Wirkleistung P**
Einheit: Watt (W)

Leistungsgrößen weisen Proportionalität zur elektrischen Wirkleistung P auf

Feldgrößen weisen Proportionalität zur Quadratwurzel der elektrischen Wirkleistung P auf

- Elektrische Spannung U (Einheit: V)
- Elektrische Stromstärke I (Einheit: A)
- Elektrische Feldstärke E (Einheit: V/m)
- Magnetische Feldstärke H (Einheit: A/m)
- Kraft F (Einheit: N)
- Schalldruck p (Einheit: Pa)

In der Informations- und Kommunikationstechnik ist allerdings häufig nicht der absolute Wert einer Größe von Interesse, sondern das Verhältnis von zwei gleichartigen Größen, also zum Beispiel Eingangs- und Ausgangsspannung einer technischen Funktionseinheit. Es ergibt sich dadurch ein Bruch, dessen Zähler und Nenner gleiche Dimensionen aufweisen, was zu einem dimensionslosen Ausdruck führt. Bezogen auf die beliebigen Stellen a und b in einem System ergibt sich für Leistung und Spannung:

$$x_p = \frac{P_a}{P_b} \quad \text{bzw.} \quad x_U = \frac{U_a}{U_b} \quad (2.1)$$

Die Beschreibung dieser Größenverhältnisse durch den dekadischen Logarithmus führt zu folgender Form:

$$y_p = \lg \frac{P_a}{P_b} \quad \text{bzw.} \quad y_U = \lg \frac{U_a}{U_b} \quad (2.2)$$

Das logarithmierte Verhältnis von Leistungsgrößen und Feldgrößen wird als **Pegel** [*level*] bezeichnet und der Großbuchstabe L als Formelzeichen verwendet.

Durch einen Index lässt sich die Art des Pegels gekennzeichnen, also zum Beispiel L_p für Leistungspegel und L_U für Spannungspegel.

Da Pegelangaben eigentlich dimensionslos sind, wurde die Pseudoeinheit „Bel“ (B) als Kennzeichnung festgelegt. In der Praxis hat sich allerdings das Dezibel (dB) durchgesetzt, also das Zehntel-Bel. Damit werden die Pegelwerte überschaubarer.

Mit Hilfe der Leistungsformel ist der Übergang vom Leistungspegel zum Spannungspegel möglich. Es ergibt sich:

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{P_a}{P_b} \text{ dB} = 10 \cdot \lg \frac{\frac{U_a^2}{R_a}}{\frac{U_b^2}{R_b}} \text{ dB}$$

Unter der Voraussetzung, dass sich beide Leistungen auf den gleichen Widerstand beziehen, gilt:

Das Verhältnis zweier gleichartiger Größen ergibt dimensionslosen Ausdruck.

Das logarithmierte Verhältnis von Leistungs- und Feldgrößen heißt Pegel L .

$L_p \Rightarrow$ Leistungspegel

$L_U \Rightarrow$ Spannungspegel

$$1 \text{ dB} = \frac{1}{10} \text{ B} \Leftrightarrow 1 \text{ B} = 10 \text{ dB} \quad (2.3)$$

Für den Leistungspegel folgt daraus:

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{P_a}{P_b} \text{ dB} \quad (2.4)$$

$$\text{Voraussetzung: } R_a = R_b = R \quad (2.5)$$

Für den Spannungspegel folgt daraus:

$$L_U = 10 \cdot \lg \left(\frac{U_a}{U_b} \right)^2 \text{ dB} = 10 \cdot 2 \cdot \lg \frac{U_a}{U_b} \text{ dB}$$

Ist ein Pegelwert bekannt, dann können wir durch Entlogarithmieren das Verhältnis der Leistungen bzw. Spannungen einfach ermitteln.

$$L_U = 20 \cdot \lg \frac{U_a}{U_b} \text{ dB} \quad (2.6)$$

Entlogarithmieren

$$y = \lg x \Leftrightarrow x = 10^y \quad (2.7)$$

Es ergibt sich:

$$\frac{P_a}{P_b} = 10^{\frac{L_P}{10 \text{ dB}}} \quad \frac{U_a}{U_b} = 10^{\frac{L_U}{20 \text{ dB}}} \quad (2.8/9)$$

Die bisherigen Betrachtungen der Leistungen und Spannungen bezogen sich auf zwei beliebige Stellen a und b in einem System. Das bedeutet Ortsunabhängigkeit. Der Bezug kann auch auf die Leistung oder Spannung an einer definierten Stelle erfolgen. Wir sprechen dann von relativen Pegeln.

In der Praxis ist jedoch häufig das Verhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangsgröße einer Baugruppe oder eines Gerätes von Bedeutung. Der Eingang wird dabei durch Index 1 und der Ausgang durch den Index 2 gekennzeichnet. Als relative Pegel sind zwei Angaben möglich, und zwar abhängig davon, ob auf den Wert am Eingang (Index 1) oder den am Ausgang (Index 2) bezogen wird. Es sind somit folgende Angaben für den Leistungspegel möglich:

$$L_{P(1/2)} = 10 \cdot \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ dB} \quad (2.10)$$

$$L_{P(2/1)} = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ dB} \quad (2.11)$$

Beide Pegel basieren auf den Kehrwerten der Leistungsverhältnisse. Sie weisen deshalb gleiche Zahlenwerte, jedoch unterschiedliche Vorzeichen auf.

Bei Informations und Kommunikationssystemen ist die Wirkungsrichtung bei Baugruppen und Geräten jeweils vom Eingang zum Ausgang.

Sind die Werte von Leistung oder Spannung am Ausgang größer als die am Eingang, dann liegt Verstärkung [*gain*] vor und es ergibt sich ein positiver Wert für den Pegel. Im umgekehrten Fall, also kleineren Werten am Ausgang gegenüber dem Eingang, handelt es sich um Dämpfung [*attenuation*]. Das führt zu negativen Werten für den Pegel. Es gelten nachfolgende Zusammenhänge:

Die Indices a und b gelten für beliebige Stellen.

Bei **relativen Pegeln** erfolgt der Bezug auf Werte an definierten Stellen im System.

Eingangsgrößen: Index 1

Ausgangsgrößen: Index 2

$$L_{P(1/2)} = -L_{P(2/1)} \text{ bzw. } L_{P(2/1)} = -L_{P(1/2)} \quad (2.12)$$

Wirkungsrichtung:

Eingang \Rightarrow Ausgang

Ausgangsgröße > Eingangsgröße

\Rightarrow Verstärkung [*gain*]

Ausgangsgröße < Eingangsgröße

\Rightarrow Dämpfung [*attenuation*]

$$\begin{aligned} \text{Verstärkung: } P_2 > P_1 &\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} > 1 \Rightarrow \lg \frac{P_2}{P_1} > 0 \\ &\Rightarrow L_p = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ dB} > 0 \end{aligned} \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned} \text{Dämpfung: } P_2 < P_1 &\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} < 1 \Rightarrow \lg \frac{P_2}{P_1} < 0 \\ &\Rightarrow L_p = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ dB} < 0 \end{aligned} \quad (2.14)$$

Vorstehende Aussagen gelten in gleicher Weise auch für die Spannung.

Durch das Vorzeichen ist also bei jedem Pegelwert eindeutig erkennbar, ob es sich um Verstärkung oder Dämpfung handelt, wenn sich die Angaben auf dieselbe Wirkungsrichtung beziehen. In der Fachliteratur wird dies allerdings nicht immer konsequent beachtet. So muss bei der Aussage, dass die Dämpfung 12 dB beträgt, in Berechnungen dies als -12 dB berücksichtigt werden.

Das Verhältnis der Leistungs- bzw. Spannungswerte wird als Verstärkungsfaktor oder Dämpfungsfaktor bezeichnet, bei den logarithmierten Verhältnissen gelten die Bezeichnungen Verstärkungspegel oder Dämpfungspegel. In Tabelle 2.1 sind die möglichen Varianten zusammengestellt.

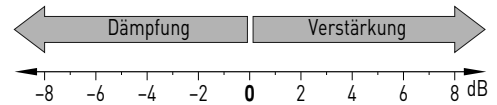


Bild 2.1 Verstärkungs- und Dämpfungspegel

Faktor = Lineares Verhältnis der Werte für P bzw. U

Pegel = Logarithmiertes Verhältnis der Werte für P bzw. U

Tabelle 2.1 Faktoren und Pegel für Leistung und Spannung

$P_2 > P_1$	Leistungsverstärkungsfaktor $V_p = \frac{P_2}{P_1}$	Leistungsverstärkungspegel $L_{p(G)} = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ dB}$
$U_2 > U_1$	Spannungsverstärkungsfaktor $V_U = \frac{U_2}{U_1}$	Spannungsverstärkungspegel $L_{u(G)} = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1} \text{ dB}$
$P_2 < P_1$	Leistungsdämpfungsfaktor $D_p = \frac{P_2}{P_1}$	Leistungsdämpfungspegel $L_{p(A)} = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ dB}$
$U_2 < U_1$	Spannungsdämpfungsfaktor $D_U = \frac{U_2}{U_1}$	Spannungsdämpfungspegel $L_{u(A)} = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1} \text{ dB}$

Durch Pegelangaben in Dezibel (dB) können auch große Werteverhältnisse mit überschaubaren Zahlen angegeben werden (Bild 2.2). Die Umrechnung zwischen Pegel und Zahlenverhältnis der physikalischen Größen ist durch die bereits angeführten Gleichungen möglich.

Angaben in Dezibel (dB) ermöglichen die Erfassung beliebiger Werteverhältnisse physikalischer Größen mit überschaubaren Zahlen.

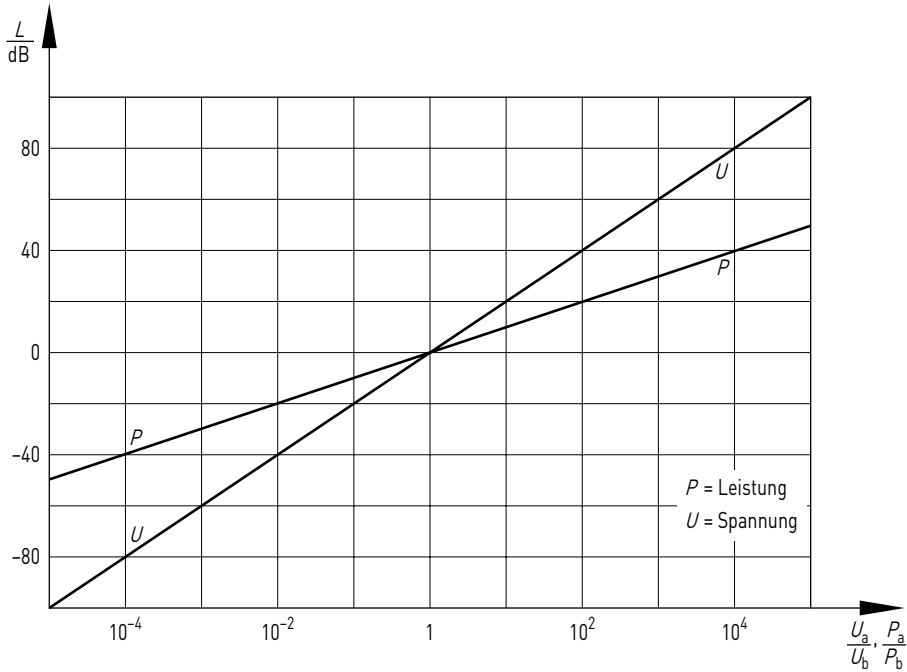


Bild 2.2 Relative Pegel für Leistung und Spannung

Bei den bisherigen Betrachtungen haben wir für die Pegelangaben stets den gleichen Widerstand R vorausgesetzt. In der Praxis ist dies allerdings nicht immer gegeben.

Wenn wir für U_1 den Widerstand R_1 und für U_2 den Widerstand R_2 annehmen, dann lässt sich die Auswirkung der unterschiedlichen Widerstände berechnen.

Weisen R_1 und R_2 gleiche Werte auf, dann ist der Leistungspegel gleich dem Spannungspegel.

Verwenden wir bei Pegelangaben festgelegte Werte als Bezugsgröße, dann handelt es sich um absolute Pegel. Als Information über den Referenzwert wird das dB-Zeichen durch einen Zusatz ergänzt, wobei es sich um die Einheit der verwendeten Größe handelt. Genormt ist die Angabe in Klammern hinter dem dB-Zeichen.

Grundsätzlich kann jeder Wert als Referenz verwendet werden. In der Praxis haben sich jedoch nur bestimmte Größen durchgesetzt und folgende direkte Anhängsel an das dB-Zeichen eingebürgert:

Bisher wurde gleicher Widerstandswert an allen Stellen im System vorausgesetzt.

Es ergibt sich:

$$L_p = L_U + 10 \cdot \lg \frac{R_2}{R_1} \text{ dB} \quad (2.15)$$

Wenn $R_1 = R_2$, dann $L_p = L_U$

Beim **absoluten Pegel** erfolgt der Bezug auf einen **Referenzwert**.

dB(mW) \Rightarrow auf 1 mW bezogener Leistungspegel

dBm: absoluter Leistungspegel, bezogen auf 1 mW

dBW: absoluter Leistungspegel, bezogen auf 1 W

dB μ V: absoluter Spannungspegel, bezogen auf 1 μ V

dBV: absoluter Spannungspegel, bezogen auf 1 V

Wenn wir für den allgemeinen Fall den Bezugswert mit dem Index „ref“ kennzeichnen, dann gelten für die Pegel folgende Beziehungen:

Absoluter Leistungspegel

$$(L_p)_{\text{abs}} = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_{\text{ref}}} \text{ dB} \quad (2.16)$$

Absoluter Spannungspegel

$$(L_U)_{\text{abs}} = 20 \cdot \lg \frac{U}{U_{\text{ref}}} \text{ dB} \quad (2.17)$$

Der Index „abs“ kann entfallen, wenn hinter dem dB-Zeichen der Referenzwert in Klammern angegeben ist oder die Kennzeichnung des Referenzwertes durch ein entsprechendes direktes Anhängsel an das dB-Zeichen erfolgt.

Die Berechnung der wichtigsten absoluten Pegel für die Informations- und Kommunikationstechnik ist in Tabelle 2.2 zusammengestellt. Die Ermittlung der Werte für die physikalische Größe bei vorgegebenem Pegelwert durch Entlogarithmierung ist dort ebenfalls ersichtlich.

Varianten für die Angabe des absoluten Pegels am Beispiel des Referenzwertes 1 W beim Leistungspegel L_p :

- $(L_p)_{\text{abs}} = 10 \cdot \frac{P}{1 \text{ W}} \text{ dB}$
- $L_p = 10 \cdot \frac{P}{1 \text{ W}} \text{ dB(W)}$
- $L_p = 10 \cdot \frac{P}{1 \text{ W}} \text{ dBW}$

Tabelle 2.2 Berechnung absoluter Pegel

Art des Pegels	Berechnung des Pegels	Entlogarithmierung
absoluter Leistungspegel Bezugswert: 1 mW	$L_p = 10 \cdot \lg \frac{P}{1 \text{ mW}} \text{ dBm}$	$P = 10^{L_p/10} \text{ dBm mW}$
absoluter Leistungspegel Bezugswert: 1 W	$L_p = 10 \cdot \lg \frac{P}{1 \text{ W}} \text{ dBW}$	$P = 10^{L_p/10} \text{ dBW W}$
absoluter Spannungspegel Bezugswert: 1 μ V	$L_U = 20 \cdot \lg \frac{U}{1 \mu\text{V}} \text{ dB } \mu\text{V}$	$U = 10^{L_U/20} \text{ dB } \mu\text{V } \mu\text{V}$
absoluter Spannungspegel Bezugswert: 1 V	$L_U = 20 \cdot \lg \frac{U}{1 \text{ V}} \text{ dBV}$	$U = 10^{L_U/20} \text{ dBV V}$
absoluter Feldstärkepegel Bezugswert: 1 μ V/m	$L_E = 20 \cdot \lg \frac{E}{1 \mu\text{V/m}} \text{ dB}(\mu\text{V/m})$	$E = 10^{L_E/20} \text{ dB}(\mu\text{V/m}) \mu\text{V/m}$

Es hat sich eingebürgert, trotz Angaben in Dezibel (dB) als absolute Pegel lediglich von Leistung, Spannung oder Feldstärke zu sprechen.

2.1.3 Abstand und Maß

Neben reinen Pegelangaben sind häufig auch die Unterschiede (Differenzen) zwischen zwei Pegelwerten von Interesse. Beziehen sich diese auf dieselbe Stelle in einem System, dann bezeichnen wir das Ergebnis als **Abstand** [*ratio*] (Bild 2.3).

Durch Zusätze wird der Bezug für diese Angabe genauer beschrieben. Als Beispiel sei der Störabstand [*signal-to-noise ratio* (SNR)] betrachtet. Ein vorgegebener Störabstand von zum Beispiel 30 dB bedeutet, dass der Pegel des Nutzsignals um 30 dB größer sein muss als der des Störsignals.

Mathematisch betrachtet handelt es sich bei dem Abstand um den Betrag der Differenz von zwei auf denselben Ort bezogenen Pegelwerten.

Betrachten wir dagegen den Betrag der Differenz von zwei auf unterschiedliche Orte bezogenen Pegelwerten, dann gilt die Bezeichnung **Maß** [*figure*].

Durch entsprechende Zusätze wird der Bezug für diese Angabe genauer beschrieben. Als Beispiel sei das Rauschmaß [*noise figure*] betrachtet. Es werden dabei die Pegel der Rauschsignale am Eingang und Ausgang einer elektronischen Funktionseinheit (z. B. Verstärker) betrachtet und dann der Betrag der Differenz gebildet.

Analog zu den bereits behandelten Verstärkungs- und Dämpfungspegeln sind auch Verstärkungs- und Dämpfungsmaße definierbar. Es ergeben sich folgende Varianten:

- Leistungsverstärkungsmaß:

$$g_P = L_{P(2)} - L_{P(1)} \quad (2.20)$$

- Spannungsverstärkungsmaß:

$$g_U = L_{U(2)} - L_{U(1)} \quad (2.21)$$

Häufig wird bei Angaben in Dezibel (dB) **nicht** der Begriff Pegel verwendet.

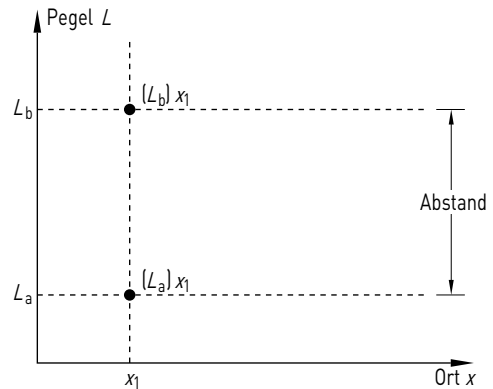


Bild 2.3 Pegeldifferenz „Abstand“

$$\text{Abstand} \Rightarrow |(L_a)_{x_1} - (L_b)_{x_1}| \quad (2.18)$$

Bezug auf den selben Ort!

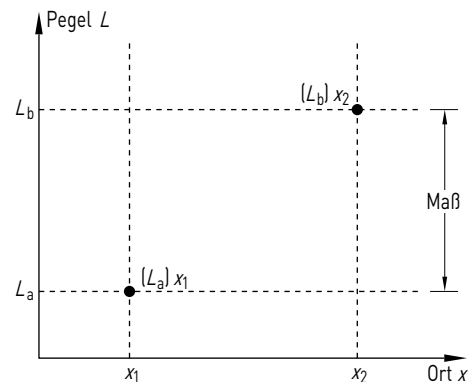


Bild 2.4 Pegeldifferenz „Maß“

$$\text{Maß} \Rightarrow |(L_a)_{x_1} - (L_b)_{x_2}| \quad (2.19)$$

Bezug auf unterschiedliche Orte!

- Leistungsdämpfungsmaß:

$$a_P = L_{P(1)} - L_{P(2)} \quad (2.22)$$

- Spannungsdämpfungsmaß:

$$a_U = L_{U(1)} - L_{U(2)} \quad (2.23)$$

2.1.4 Pegelplan

Übertragungssysteme bestehen stets aus einer Kettenschaltung verschiedener Funktionseinheiten, jede gekennzeichnet durch Verstärkung oder Dämpfung. Wir können die Veränderung der Pegelsituation innerhalb des Systems überschaubar als Grafik in einem Koordinatensystem darstellen. Es handelt sich um die Darstellung des Pegels L in Abhängigkeit vom Ort. Die Funktion $L = f(x)$ wird als Pegelplan oder Pegeldiagramm bezeichnet.

Der Graph beginnt mit dem Eingangspegel und endet mit dem Ausgangspegel des Systems.

Übertragungssysteme sind Kettenschaltungen von Funktionseinheiten.

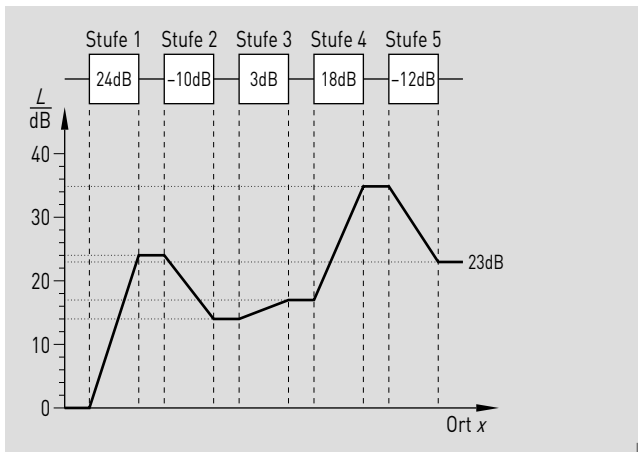
Pegelplan (Pegeldiagramm) = Darstellung des Pegels in Abhängigkeit vom Ort in einem Übertragungssystem

Beispiel

Der Pegelplan eines aus fünf Stufen bestehenden Übertragungssystems ist darzustellen. Es sind in Reihenfolge der Stufen folgende Pegel für die Verstärkung bzw. Dämpfung vorgegeben: 24 dB, -10 dB, 3 dB, 18 dB, -12 dB.

Im Koordinatensystem beginnt der Graph bei 0 dB. Er steigt dann bei der ersten Stufe um 24 dB, reduziert sich bei der zweiten Stufe um 10 dB, um danach wieder um 3 dB größer zu werden. Durch die vorletzte Stufe ergibt sich ein weiterer Anstieg um 18 dB, wobei die Dämpfung der letzten Stufe wieder einen Rückgang um 12 dB bewirkt. Als Ausgangspegel tritt dann ein Wert von 23 dB auf.

Hätte zum Beispiel der Eingangspegel 15 dB betragen, dann wäre der Verlauf des Graphen zwar unverändert geblieben, jedoch insgesamt um 15 dB nach oben verschoben. Als Ausgangspegel würde sich dadurch der Wert $23 \text{ dB} + 15 \text{ dB} = 38 \text{ dB}$ ergeben.



Aus vorstehendem Beispiel sind folgende Abhängigkeiten erkennbar:

Positive Pegelwerte \triangleq Verstärkung \Rightarrow Anstieg des Graphen $L = f(x)$

Negative Pegelwerte \triangleq Dämpfung \Rightarrow Abfall des Graphen $L = f(x)$

Im Pegelplan können relative Pegel, aber auch absolute Pegel für Leistungen oder Spannungen verwendet werden. Ist am Eingang ein absoluter Pegel vorgesehen, dann ergibt sich auch am Ausgang ein absoluter Pegel. Aus dem Graphen ist beim absoluten Pegel auch erkennbar, welcher größte (maximale) und kleinste (minimale) Pegel im Übertragungssystem auftritt.

Durch den Pegelplan wird der größte und kleinste im Übertragungssystem auftretende Pegel erkennbar.

■ 2.2 Übungen zu Abschnitt 2.1

Übung 2.1

Welcher grundsätzliche Unterschied besteht zwischen Leistungspegel und Spannungspegel?

Übung 2.2

Welcher Spannungspegel ergibt sich am Ausgang einer Baugruppe, bei der folgende Werte gelten: Eingangsspannung 8,4 V, Ausgangsspannung 60 V?

Übung 2.3

Erläutern Sie, warum sich durch das Entlogarithmieren bei dem auf 1 μV bezogenen absoluten Spannungspegel unmittelbar die Spannung in μV ergibt?

Übung 2.4

Interpretieren Sie die Angabe für das Spannungsverstärkungsmaß $g_U = 24 \text{ dB}$.

■ 2.3 Lernerfolgskontrolle zu Abschnitt 2.1

1. Interpretieren Sie die Pegelangabe $L_p = 0$ dB.
2. Der Spannungsverstärkungspegel eines Verstärkers beträgt 10 dB. Welche Ausgangsspannung tritt dabei auf, wenn am Eingang 15,2 V anliegen?
3. Warum kann Dämpfung auch als negative Verstärkung bezeichnet werden?
4. Geben Sie die Netzspannung (230 V) als absoluten Spannungspegel in dBV an.
5. Welcher grundsätzliche Unterschied besteht zwischen relativen und absoluten Pegeln?
6. Die Ausgangsleistung eines Senders wird mit 20 dBW angegeben. Welche Ausgangsleistung in W weist der Sender auf?

■ 2.4 Signale

2.4.1 Einführung

Nach Durcharbeiten dieses Kapitels können Sie die Begriffe Zeitfunktion und Frequenzfunktion erläutern, analoge und digitale Signale unterscheiden, das Prinzip der Analyse und Synthese von Signalen beschreiben, das Abtasttheorem anwenden, Dämpfung und Verstärkung definieren, sowie Funktion und Arten der Kopplung erklären.

2.4.2 Zeitfunktion und Frequenzfunktion

Signale sind bekanntlich Verläufe physikalischer Größen. Besonders häufig ist dabei die Spannung U von Interesse, weil diese relativ einfach gemessen werden kann. Wir wollen sie deshalb in diesem Buch für allgemeine Erklärungen auch stets verwenden.

Signalverläufe sind mathematisch betrachtet Funktionen zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen. Dabei stellt die Spannung als Signalwert stets die abhängige Variable dar. Wird dabei auf die Zeit t als unabhängige Variable Bezug genommen, dann handelt es sich um eine Zeitfunktion $f(t)$.

Vorrangig erfolgt bei Signalen der Bezug auf die Spannung U als physikalische Größe

Eine **Zeitfunktion** $f(t)$ ist die Zuordnung zwischen dem Signalwert (z. B. Spannung U) als abhängige Variable und der Zeit t als unabhängige Variable.

Index

Symbole

2k-Modus 374f.
8k-Modus 374f.
8-PSK 244
10 Base5 429
10 Base-F 429
10 Base-T 429
10 GBase-CX 430
10 GBase-E 430
10 GBase-L 430
10-Gigabit-Ethernet 429
16-PSK 246
16-QAM 245f.
32-PSK 244
64-QAM 245
100 Base-FX 429
100 Base-T4 429
100 Base-T8 429
256-QAM 245
512-QAM 245
576i 369
720p 370
1000 Base-CX 430
1000 Base-LX 429
1000 Base-SX 430
1024-QAM 245
1080p 370
 $\lambda/2$ -Dipol 154
 λ -Dipol 154

A

a-Ader 397
Abfragegerät (interrogator) 494
Abfrage, zyklische 419
Ableitung 132
Ablenkgeschwindigkeit 200
Ablenkwinkel 200
ABR (available bit rate) 432
Abrufdienst (on-demand service) 127
Abschirmung 130f., 169
Abschlusswiderstand 174
Absorption 180
Abstand (ratio) 31
Abstimmeinrichtung 327
Abstimmung (tuning) 330
Abstrahlung 74, 454
Abtasteinrichtung 309
Abtastfrequenz 54, 252, 271, 286
Abtastimpulse 248, 285
Abtastintervall 54
Abtastquelle 308
Abtasttheorem 54
Abtastung, berührungslose 308
Abtastung (sampling) 41, 54, 196, 198
Abtastvorgang 351
Abwärtsmischung 332
Abwärtsstrecke (downlink) 480
Abzweiger (Abzw) 450
Achsenversatz 180
Additionstheorem 224
Ader 169
Adresse 430

- Adressierbarkeit 120
- Adressierung 99, 319
- ADSL (assymetrical DSL) 444
- ADU (Analog-Digital-Umsetzer) 43
- advanced audio coding 272
- AF (alternative frequencies) 339
- AFR (automatische Frequenzregelung) 334
- Aktivdateien (ADn) 419
- Akzeptanzkegel 179
- Akzeptanzwinkel 179
- Algorithmus 275, 320
- Aliasing 55
- Aliasing-Effekt 56
- Aliasing-Filter 56
- Allgemeinzuteilung 83
- ALR (automatische Lautstärkeregelung) 334
- AM (Amplitudenmodulation) 223f.
- AM-Ausgangsleistung 228
- AM-Demodulator 233
- AM, digitale 242
- AM-Hörfunk 326
- AMI- (alternate mark inversion) Format 267
- AM-Modulator 228
- Amplitude 36, 223
- Amplitudenbegrenzer 239
- Amplituden-Frequenzgang (amplitude frequency response) 39
- Amplitudengang 39
- Amplitudenmodulation (AM) 223f.
- Amplituden-Phasen-Umtastung (QAM) 245
- Amplitudenumtastung (amplitude shift keying (ASK)) 240, 242
- Amplitudenverzerrung 49
- AM-Signal 224
- Analog-Digital-Umsetzer (ADU) 43, 202, 299
- analog-to-digital converter (ADC) 43, 202
- Anbieter (provider) 445
- A-Netz 420
- Anhang (attachment) 440
- Anklopfen 413
- Anpassung (matching) 66
- Anpassungsfaktor 68
- Anpassung, totale 69
- Anrufbeantworter 419
- Anrufweiterleitung 413
- Anschalteinheit 403
- Anschlussbereich (AsB) 450
- Anschlusseinheit (terminal adapter [TA]) 411, 415
- Anschlussgruppe (line trunk group [LTG]) 406
- Antenne 23, 74, 153
 - reale 155
- Antennenanschluss 153
- Antennen-Array 160
- Antennenbewegung 492
- Antennen-Eingangsimpedanz 154, 158
- Antennengewinn 155f., 485
- Antennenhöhe 87
- Antennenwahlschalter 481
- Anti-Aliasing-Filter 56
- Antwortgerät (transponder) 494
- Anwendung (application) 96
- Anwendungs-Programmier-Schnittstelle 114
- Apertur, numerische (NA) 179, 181
- API (application programming interface) 379
- Apogäum 478
- application programming interface (API) 114
- Applikation (Anwendung) 370, 379
- Approximation, sukzessive 203
- Arbeit 25
- Arbeitsgeschwindigkeit 203, 205
- Arbeitskennlinie 227
- Arbeitsspeicher (random access memory (RAM)) 312
- ARI (Autofahrer-Rundfunk-Information) 337
- Array 160
- ASCII (American Standard Code for Information Interchange) 265
- ASCII-Code 266
- ASK-Signal 242
- ATM (asynchronous transfer mode) 432
- Atmosphäre 83
- ATM-Zelle 432
- Audio 20
- Audiocodierung AAC (advanced audio coding) 369
- Audiocodierung (audio coding) 271, 345
- Audiokassetten-Gerät 307
- Audion 331
- Audiosignal 20
- Auflösung 369, 386, 389, 400

- Auflösungsvermögen 269, 271, 274
 – räumliches 274
 – zeitliches 274
 Auflösung von Bildsensoren 198
 Aufnahme-Komponenten 195 f.
 Aufnahmeröhre 195, 198
 Aufwärtsstrecke (uplink) 479
 Augendiagramm (eye pattern) 50
 Augenempfindlichkeitskurve 357
 Augenhöhe 50
 Augenweite 50
 Ausbreitungsrichtung 158
 Ausbuchen (logout) 419
 Ausfallswinkel 84
 Ausgangsgröße 27
 Ausgangsleistung 228
 Ausgangsrahmenbreite 279
 Ausgangsspannung 64
 Ausgangsstrom 64
 Ausgangswiderstand 64
 Auslesegeschwindigkeit 312
 Ausleuchtzone (footprint) 480, 484
 Ausloggen 419
 Aussendungen, elektromagnetische (EMA) 130
 Außeneinheit (outdoor unit) 486
 Außenleiter 171
 Außenwiderstand 67
 Austastsignal (A-Signal) 353
 Authentisierungszentrale (authentication center (AUC)) 419
 automatische Frequenzregelung (AFR) 334
 automatische Verstärkungsregelung (AVR) 334
 Autorisierungseinheit 320
 Autorisierungsprüfung 322
 Azimut 493
 Azimutwinkel 157
- B**
- Backbone 122
 b-Ader 397
 Bahngeschwindigkeit 478
 Bandbegrenzung 268
 Bandbreite (bandwidth (BW)) 45, 57, 226, 237
 Bandbreitenausnutzung 241, 243, 245
 Bandbreiteneffizienz 241
 Bandbreiten-Entfernungs-Produkt 180
 Bandbreiten-Längen-Produkt 180
 Bändchenmikrofon 190
 Bandgeschwindigkeit 306
 Band I 452
 Band II 447
 Band III 447
 Band IV 447
 Band V 447
 Bandmaterial 306
 Band, oberes 453
 Bandpass 228, 233
 Band, unteres 453
 Base 429
 baseband signal 222
 Basisanschluss 411 f., 414
 Basisband 249, 429
 Basisbandlage 480
 Basisbandsignal 221
 Basisbandübertragung 302, 407
 Basis-Emitter-Spannung 228
 Basiskanal 411, 425
 Basisstation (base station) 427
 Basisstrom 228
 Basis-Transportmodul 433
 BAS-Signal 355
 Baumnetze 319
 B-Bild (bidirektional prädiertes Bild) 276
 BCD (binary coded decimal) 265
 BD (Blu-ray Disc) 304
 Bedienfreundlichkeit 404
 Bedienoberfläche 440
 Begleitton 349
 Beleuchtungsstärke 197
 Benutzergruppe, geschlossene (GBG) 414
 BER (bit error rate) 301, 314
 Berechtigungskarte (subscriber identification module [SIM])
 419
 Bereichskennzahl (BKz) 410
 Bereichs-Vermittlungsstelle (BVSt) 408
 Besetzzeichen 395, 405
 Bessel-Funktion 235
 Besucherdatei (BD) 419
 Betrachtungsintervall 249, 260
 Betrieb, bidirektionaler 93

- Betriebsart (operation mode) 92
Betriebs-Dämpfungsfaktor 65
Betriebs-Dämpfungsmaß 65
Betriebsfrequenz 151, 176
Betriebs-Verstärkungsfaktor 65
Betriebs-Verstärkungsmaß 65
Betrieb, unidirektionaler 93
Beugung 83, 87
Bewegzielanzeige 494
Bewegungsablauf 274
Bewegungsantrieb 492
Bewegungsenergie (kinetische Energie) 71
Bewegungsschätzung 275
Bewegungsvektor 275
Bewegungsvorgang 270
Bewuchs 84
Bezahldienste (pay service) 127
Bezahlfernsehen (Pay-TV) 319
Bezugsantenne 156
BFH (Bitfehlerhäufigkeit) 301
Bildauflösung 277, 368 ff.
Bildbereich 198 f., 275
Bildbreite 350, 386
Bilddauer 351
Bildelement (BE) 195, 209, 273, 275, 399
Bildfrequenz (Vertikalfrequenz) 355
Bildhöhe 350
Bildinhalt 270, 274
Bildqualität 195
Bildröhre 196
Bildrücklauf 353, 356
Bildschirm 370, 382
Bildschirmanzeige 493
Bildsender 359
Bildsensor 196, 209, 399
Bildsignal (B-Signal) 351
Bildsignalfrequenz 352
Bildsynchronsignal (B-Sync) 354
Bildträger (BT) 358 f.
Bildwechsel 366
Bild-ZF 363
Bild-ZF-Teil 363
Binärkode 263
Bit (binary digit) 42
Bitdauer 267
bit error rate (BER) 241
Bitfehler (bit error) 278
Bitfehlerhäufigkeit (BFH) 301
Bitfehlerrate (BFR) 242, 277, 314, 340
Bitfolge 42
Bit, höchstwertig (most significant bit, MSB) 264
Bitmenge 276
Bit, niedrigstwertig (least significant bit, LSB) 264
Bitrate 42, 281
Bitstrom 300, 308, 315
Bitstrom, faltungscodiert 279
BK 300 447
BK 450 447
BK 600 447
BK 860 447
BK-Verstärkerstelle (üBKVrSt) 449
- benutzerseitig 450
- übergeordnet 449
BK-Verteilstelle 450
Blindwiderstand 67
- induktiv 67
- kapazitiv 67
Block 62
Blockcodierung (block coding) 278
Blocklänge 281
block matching 275
Blockschaltbild 62
Blu-ray Disc (BD) 311
B-Netz 420
Bodenstation 477
- empfangende 477
- sendende 477
Bodenwelle 84
Boltzmann-Konstante 45
BORSHT 406
BPSK 243
Brechungsindex 178
Brechzahl 178
Brechzahlverlauf 182
Breitbandantenne 155
Breitbandkommunikations-Netz (BK-Netz) 446
Breitbandübertragung 302
Brennpunkt 162
Brennstoffzelle 482
Bridge 431

Bring-Dienst 126
 Browser 440
 Brutto-Bandbreitenausnutzung 373
 Brutto-Bitrate 337, 340, 423
 Buchse-Stecker 451
 Bündelfehler 373
 Bündelung 403
 Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation,
 Post und Eisenbahnen (BNetzA) 82
 Burst 362, 391
 Burstfehler (burst error) 278
 Bus 121
 Busleitung 121
 Busnetz 121f., 127
 Byte 42

C

CAM (conditional access module) 322
 CA-Modul 379
 CAM-Steckkarte 322
 CA-System 320, 322
 CBR (constant bit rate) 432
 CD (Compact Disc) 310
 CDMA (code division multiple access) 422
 CD-R (compact disc - recordable) 310
 CD-ROM (compact disc - read-only memory) 310
 CD-RW (compact disc - read & write) 310
 Chatten 441
 Chipkarte, intelligente 320
 Chrominanzsignal (C-Signal) 360, 362
 Chrominanzteil 363
 CICAM (common interface conditional access module) 322
 CI (common interface) 322
 CI-Steckplatz 380
 Client 21
 Closed Systems Interconnection (CSI) 97
 Cluster 418, 473
 Clustern 452
 CMTS (cable modem termination system) 472
 C/N 242
 C-Netz 420
 C/N-Wert 243
 Code 263
 Code, alphanumerischer 265

code division multiple access (CDMA) 297
 Coder 263
 Coderate 280
 Codewort (control word) 251, 263, 286, 320
 Codewortlänge 252
 Codiereffizienz 273
 Codierung 250f., 263
 Codierzweig 280
 COFDM (coded orthogonal frequency division multiplex)
 343
 COFDM-Demodulator 344
 COFDM-Signal 343
 Common Interface (CI oder CI+) 379
 Compact Disc (CD) 310
 Conditional Access (CA) 379
 - integriert 379
 Container-Konzept 367
 Container, virtuelle (VC) 433
 Control Word (CW) 321
 Cosinus-Transformation, diskrete (DCT) 275
 CSI (Closed Systems Interconnection) 97
 CUG (closed user group) 414
 CW (Control Word) 321

D

D1-Netz 421
 D2-Netz 421
 DAB-Basisbandsignal 343
 DAB (digital audio broadcasting) 340, 346
 DAB-Multiplexsignal 340
 DAB-Übertragungsstandard 343
 DA (Doppelader) 169
 Dämpfung (attenuation) 27, 32, 56, 83, 180
 Dämpfung, längenabhängige 105
 Dämpfungsbelag 172
 Dämpfungsfaktor 28, 56f.
 Dämpfungsmaß 57, 172
 Dämpfungspegel 28
 Dämpfungsverzerrung 49
 Darstellungsprotokoll 100
 Darstellungsschicht (presentation layer) 99
 data circuit-terminating equipment (DCE) 427
 Daten 20
 Datendienste 370

- Datenempfänger 427
- Datenendeinrichtungen (DEE) (data terminal equipment [DTE]) 427
- Datenkabel 429
- Datenkommunikation 427
 - bidirektionale 472, 475
- Datenkompression (data compression) 269
- Datenmissbrauch 431
- Datennetz 427
 - drahtloses lokales (wireless local area network (WLAN)) 383
 - lokales (local area network (LAN)) 383, 428
 - städtisches/regionales (metropolitan area network (MAN)) 428
- Datenpaket 402, 436
- Datenquelle 427
- Datenrate 42
- Datenreduktion (data reduction) 104, 268, 299
- Datenreduktionsverfahren RELP (residual excited linear prediction) 423
- Datensender 427
- Datensenke 427
- Datensignal 20
- Datenstation 429
- Datenübertragung 367, 380, 441
 - interaktive 472
 - schnelle 456
 - transparente 367, 445
- Datenübertragungseinrichtung (DÜE) 427
- Datenwort 202
- DAU (Digital-Analog-Umsetzer) 43, 205, 300
- Dauerleistung 193
- dBd 156
- dB_i 156
- dB_m 30
- dBV 30
- dBW 30
- dB_μV 30
- DCT-(diskrete Cosinus-Transformation) Koeffizienten 275
- D (directional) 490
- DECCA-Verfahren 497
- Decoder 263
- Decodierung 263
- DEE (Datenendeinrichtungen) 427
- Deemphasis 334
- De-Interleaving 281
- Deltamodulation (DM) 253
- Demodulation 222, 233, 327, 481
 - inkohärente 233
 - kohärente 233
- Demodulator 222, 300
- Demultiplexer (DEMUX) 284, 300
- Demultiplexierung 284
- Detektor, phasenempfindlicher 245
- Dezibel 25
- Dezimalzahl 265
- Dezimeterwelle 88
- DGPS (differential global positioning system) 497
- Dialog 92
- Diensteanbieter (service provider) 117
- Diensteebene 404
- Dienste-Integration 405
- Dienstnutzer (service user) 117
- Dienstewechsel 413
- Dienst, freier (free service) 127
- Dienstgüte (quality of service [QoS]) 126
- Dienst (service) 117, 319
- Differenzmethode 271
- Differenz-Phasenumtastung 343
- Differenz-Pulscodemodulation (differential pulse code modulation (DPCM)) 253, 275
- Differenzsignal 336
- Differenzverstärker 203
- Differenzwert, quantisierter 253
- Digital-Analog-Umsetzer (DAU) 44, 205, 300
- Digitale Ortsvermittlungsstelle (DIVO) 407, 411
- Digital Radio 340
- digital-to-analog converter (DAC) 44, 205
- digital video broadcasting (DVB) 367
- Dioden-Demodulator 233
- Dipol 74, 153
 - geschlossener 159
 - offener 158
- Dipolstab 158
- Dipolwand 160
- Direktoren 159
- Discrete Multitone Transmission (DMT) 444
- Dispersion 180
- DIVF (Digitale Fernvermittlungsstelle) 407

- D-Kanal 411
 DLS (dynamic label service) 345
 DM (Deltamodulation) 253
 DMT (Discrete Multitone Transmission) 444
 D-Netz 420
 DOCSIS (data over cable service interface specification) 473
 Doppelader (DA) 169
 Doppel-Super 333
 Downlink 456, 484
 Download 441
 Dralllänge 169
 Dreitor 63
 Drillingsantenne 160
 DRM (digital radio mondiale) 346
 DSC (digital cellular system) 421
 DSLAM (digital subscriber line access multiplexer) 469
 DSL (digital subscriber line) 444
 DSL-Modem 469
 DSL-Router 469
 DSL-Splitter 469
 Dual-Slope-Verfahren 204
 duct 88
 DÜE (Datenübertragungseinrichtung) 427
 Dunkelstrom 197
 Duplexbetrieb 480, 490
 Durchgangsdämpfung 453
 Durchgangs-Vermittlungsstelle (DVSt) 407
 Durchschaltvermittlung 119
 Durchschaltung 481
 DVB-C2 374
 DVB-C (digitales Kabelfernsehen) 374, 451
 DVB-Empfang 378
 DVB-S 373
 DVB-S2 374
 DVB-Steckkarte 378
 DVB-T 375
 DVB-T2 377
 DVD - Audio (DVD-A) 311
 DVD (digital versatile disc) 310
 DVD - random access memory (DVD-RAM) 311
 DVD - read only memory (DVD-ROM) 311
 DVD - read & write (DVD-RW/DVD+RW) 311
 DVD - recordable (DVD-R/DVD+R) 311
 DVD - Video (DVD-V) 311
 DVOR (Doppler-VOR) 495
 Dynamik 272
- E**
- Echosignal 491
 Echtzeit (realtime) 93
 Echtzeitübertragung (realtime transmission) 104, 278, 302
 Echtzeit-Wiedergabe 441
 ECM (Entitlement Control Message) 321
 EDGE (enhanced data rates for GSM evolution) 456
 EDTV (extended definition television) 369
 Effektivwert 39
 Effekt, piezoelektrischer 188
 Effekt, psychoakustischer 262
 Effizienz, spektrale (spectral efficiency) 241, 314
 Eigenschaften, optionale 126
 Einbuchen (login) 419
 Eindrahtleitung 169
 Einfallswinkel 84, 179
 Einflugzeichen 495
 Eingangsgröße 27
 Eingangsrahmenbreite 279
 Eingangsspannung 64
 Eingangsstrom 64
 Eingangswiderstand 64, 148, 173
 Einkoppelverluste 181
 Einleiterkabel 169
 Einlesegeschwindigkeit 312
 Einloggen 419
 Ein-Rampen-Verfahren 204
 Eins-Bit 267f.
 Einseitenband-Amplitudenmodulation (ESB-AM) 231
 Einspeisepunkt, zentraler 446
 Ein-Spur-Verfahren (Vollspuraufzeichnung) 306
 Einstrahlungsfestigkeit 454
 Einstrahlungswinkel 179
 Eintakt-Diodenmodulator 247
 Eintor 63
 - aktives 63
 - passives 63
 Ein-Träger-Verfahren (single carrier system) 222
 Einzelfehler 278
 Einzelkanalträger 296
 Einzelzuteilung 83

EIRP (effective isotropic radiated power) 484
Eklipseschutz 482
Elektrete 191
elektromagnetische Beeinflussbarkeit (EMB) 130
elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 454
Elektronenstrahlableitung 200
Elektronenstrahlerzeugung 200
Elektronenstrahl, fokussierter 191
Elektronenstrahlfokussierung 200
Elektronischer Programmführer 371
elektronisches Wählsystem (EWS) 406
Elektrosensibilität 133
Elektrosmog 129
Element 263
Elementardipol, elektrischer 191
Elementarentscheidung 42
Elementarmagnet 305
Elevation 493
Elevationswinkel 157
E-Mail 440
embedded CA (integriertes CA) 322, 379
EMB (elektromagnetische Beeinflussbarkeit) 130
Empfänger (receiver) 22, 300
Empfang (reception) 153
- mobil 325
Empfangsanlage 446
Empfangsantenne 153
Empfangsseite 264
Empfangsteil (frontend) 377
Empfangszone 84
Empfehlung [recommendation] 115
Empfindlichkeit (sensitivity) 188, 197, 334
Encoder 263
Endeinrichtung (terminal equipment) 401
Ende-zu-Ende-Protokoll (end-to-end-protocol)
114
Ende-zu-Ende-Transportsteuerung 97
Ende-zu-Ende-Zeichengabe 416
Endgerätewechsel 413
Endgerät (terminal) 92
Endstufenmodulation 328
Endvermittlungsstelle (EVSt) 409
Energie 25
- chemische 482
Energiedichte 25

Energieversorgung 482
E-Netz 421
Entbündelung 403
Entfernungsmessungen 420
Entitlement Control Message (ECM) 321
Entitlement Management Message (EMM) 321
Entkopplung 292
Entlogarithmieren 27
Entscheidungsbereich 244
Entschlüsselung (decryption) 320
Entwürfelung (descrambling) 320
EON (enhanced other networks) 339
Erde 169
Erdefunkstelle (EFuSt) 479
Erdkrümmung 87
Erdnetz 161
Erhebungswinkel 157
ESB-AM (Einseitenband-Amplitudenmodulation)
231
Ethernet 428
Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und
Telekommunikation (Conférence Européenne des
Administrations des Postes et des Télécommunication
[CEPT]) 82
Expander 403

F

Fading 346
Faktor 28
Faltdipol 159
Faltungscodierung (convolution coding) 278, 344
Faradayscher Käfig 131
Farbart 356
Farbartsignal (F-Signal) 358
Farbartzeiger 360, 364
Farbauflösung 274
Farbdifferenzsignal 273, 358
Farbe (Chrominanz) 273, 356
Farbfernsehen 356
Farbfilter 196
Farbinformation (Chrominanz) 269
Farbkreis 356
Farbmischung, additive 199, 201, 356

- Farbsättigung 356
- Farbsynchronsignal 362
- Farbton 356
- Farbtonänderung 364
- Farbträgerfrequenz 361
- Farbträger (FT) 360
- Farbträgergenerator 363
- Farbträgerregenerierung 363
- Farbtripel 199
- Farbübertragung 356
- Farbzeiger 356
- Fast Ethernet 429
- Faxgerät 399
- FBAS-Signal 358
- Fehlanpassung (mismatching) 66, 454
- Fehlanpassung, totale 69
- Fehlererkennung 278
- Fehlerkorrektur 278
- Fehlerschutz 277f., 282
 - äußerer 373
 - -bits 278
 - -konzept 278
- Fehlwinkel 180
- Feld 71
 - elektrisch 71, 90, 132
 - elektromagnetisch 129
 - hochfrequent, elektromagnetisch 129
 - magnetisch 71, 129, 131
 - niederfrequent, elektromagnetisch 129
- Feldenergie 74
- Feldgröße 25
- Feldlinie 131
- Feldstärke 91, 93
 - elektrisch 129
 - magnetisch 71, 132
- Feldstärkekomponente 158, 162
- Fernempfangszone 84
- Fernfeld 77
- Fernmeldenetz, digital (ISDN) 408
- Fernmeldevertrag, international 82
- Fernnetz 406, 410
- Fernnetzebene 406
- Fernsehempfänger 362
- Fernsehen 349
 - analog 350, 369
 - digital 367
 - hochauflösend 369
- Fernsehkanäle 446
- Fernsprechtechnik 393
- Fernsprechverbindung 393
- Fernvermittlungsstelle (DIVF), digitale 407
- Fernzone 84
- Ferritantenne 161
- Ferritstab 161
- Festkommunikation 93
- Festnetz 400
- Festplatte 307
- Festwertspeicher 304, 312
 - flüchtig 312
 - nichtflüchtig 312
- Festzielunterdrückung 494
- FIC (fast information channel) 342
- Filterbank 271
- Firewall 431, 435
- Flachantenne 163
- Flachbildschirm 199, 370, 378
- Flachbildschirm (flat screen) 196
- Flachkabel 171
- Flankendiskriminator 238
- Flimmereffekt 352
- Fluoreszenz 196
- Flüssigkeitsschall 185
- Flüssigkristall-Anzeige 201
- Fluss, magnetischer 305
- FM-Hörfunk 326
- Fokussierung 162
- Foren 441
- Formatierung 272
- Fotodiode 208
- Fotoeffekt 195
 - äußerer 195
 - innerer 195
- Fotokatode 198
- Fotooptik 197
- Fotosensor 309
- Fourier-Analyse 51, 223
- Fourier-Koeffizient 52
- Fourier-Reihe 54
- Fourier-Synthese 51
- Fourier-Transformation (IDFT) 255

Frame-Transfer 199
Freiraum-Dämpfungsmaß 89
Freiraum-Feldwellenwiderstand 77
frequency division duplex (FDD) 422
frequency division multiple access (FDMA) 295
Frequenz 81
– -bereich 81
– -bereichszuweisungsplan 82
– digital 243
– -duplex 422
– -funktion 48, 236
– -gang 39, 189f.
– -hub 234
– -Interleaving 256
– kritisch 172
– -lage 44, 302
– -modulation (FM) 221, 223, 234
– -multiplex 255
– -nutzung 420
– -nutzungsplan 82
– -ökonomie 345
– -regelung (AFR) 334
– -ressourcen 292
– -spektrum 236
– -staffelung 288
– -standard 329
– -teilung 329
– -umtastung, frequency shift keying (FSK) 240
– -zuteilung 83
Fresnel-Zone 88
FTP (file transfer protocol) 438
Funkanwendung 73
Funkbake 483, 496
Funkfeststation (FuFSt) 417
Funkfeuer 494
– stationär ungerichtet 494
– stationär ungerichtet, non-directional beacon (NDB) 494
Funkmesstechnik 489
Funknavigation 489
Funknetz 117, 420
Funkortung 489
Funkprognose 86
FUNKSchnittstelle 113
Funktelefon 416
Funkübertragung 88

Funkvermittlungsstelle (FuVSt) 417
Funkzelle 417f.

G

Galileo 497
Gateway 431
Gauß-Kanal 376
GBG (geschlossene Benutzergruppe) 414
Gbit 42
Gbit/s 42
GByte 42
Gegenbetrieb 93
Gegenelektrode 190
Gegengewicht 161
Gegenkopplung 59
Gegenphasigkeit 58, 85
Gegentakt-Diodenmodulator 247
Gegentaktdiskriminator 261
Gemeinschaftsempfang 446
Gemeinschaftskommunikation 94
Generatorpolynom 280
Geradeaus-Empfänger 330
Geräteschnittstelle 427
Gesamtssignal 254
Gesamtzeiger 227
Gigabit 42
Gigabit Ethernet 429
Gigahertz 40
Glasfaserleitung 182
Glasfaserleitung (GFL) 178
Gleichanteil 268
Gleichfeld 129
– elektrisch 129
– magnetisch 129
Gleichlauf 95
Gleichphasigkeit 58, 85
Gleichspannungsanteil 233
Gleichspannungsfreiheit 267
Gleichwellennetz, single frequency network (SFN) 258, 346, 375
Gleitwegsender 495
Global Positioning System (GPS) 497
GPRS (general packet radio service) 455
GPS (global positioning system) 483

Gradientenindex 182
 Graph 32
 Grenzfläche 178f.
 Grenzfrequenz (cut-off frequency) 57
 – obere 57
 – untere 57
 Großzelle 424
 Grundschiwingung 49
 Gruppenlaufzeit 49
 GSM 1800 421
 GSM (global system for mobile communications) 420
 Gütemaß 485

H

Halbbild 352
 Halbbildfrequenz 352
 Halbbildübertragung 369
 Halbduplexbetrieb 93
 Halbtransponder-Betrieb 486
 Halbwellendipol 154
 Handover 420
 Handschlag-Verfahren (handshake procedure) 112, 400, 437
 Handy (mobile phone) 416
 Hauptkeule 156
 Hausübergabepunkt (HÜP) 450
 Hausverteilanlage (HVtA) 448, 451
 HDMI (high definition multimedia interface) 378
 HD-Radio 347
 HDTV (high definition television) 369
 Heimatdatei (HD), home location register (HLR) 418
 Helligkeit (Luminanz) 273, 356
 Hertz (Hz) 46
 HF-Stereophonie 325
 High-1440-Level (H14L) 368
 high definition television (HDTV) 369
 High Level (HL) 368
 Hilfsspannung 190f.
 Hintergrundbeleuchtung (back light) 201
 Höhenmess-Radar 493
 Hohlleiter 172
 Hol-Dienst 127
 Homepage 441
 Hörer 40
 – elektrodynamisch 193

– elektrostatisch 194
 – geschlossen 194
 – halboffen 194
 – offen 194
 – piezoelektrische 194
 Hörfunk (Radio) 446
 Horizontal-Richtcharakteristik 156
 Hörschwelle 186
 HSDPA (high speed downlink packet access) 456
 HSUPA (high speed uplink packet access) 456
 H-Sync 354
 HTML (hypertext markup language) 384, 441
 http 441
 HTTP (hypertext transfer protocol) 438
 Hub 451f.
 Hüllkurve 224
 Hüllkurvendetektor 233
 Hybridnetz 117
 Hyperbelnetz 496
 Hyperbelverfahren 496
 Hyperlink 441

I

IAB (Internet Architecture Board) 439
 IANA (Internet Assigned Number Authority) 440
 IBOC (in-band on channel) 347
 Identifizierungsnummer, personal identification number (PIN) 419
 IDTV (integrated digital television) 378
 IESG (Internet Engineering Steering Group) 439
 IETF (Internet Engineering Task Force) 439
 Impedanz 67
 Impulsdauer 38
 Impulsfolge 37
 Impulsverbreiterung 268
 Impulswahl-Verfahren (IWV) 396
 IMUX (input multiplexer) 481
 independent sideband (ISB) 231
 Index 182
 Individualempfang 446
 Individualkommunikation 94
 Indoor 417
 Induktionsprinzip 161

- Induktivität 237
– elektronisch 238
Induktivitätsbelag 167
Informationsfeld 432
Informationstechnik 20
Informationswort 338
Infrarotbereich (IR-Bereich) 177
Infraschall 185
Inhalt (content) 319
In-Haus-Betrieb (inhouse) 417
INIC (Internet Network Information Center) 440
INMARSAT 497
Inneneinheit (indoor unit) 487
Innenleiter 171
Innenwiderstand 63, 189f.
Instrumenten-Landesystem (ILS) 489
Interaktivität 383, 456, 474
Interferenz 83
Interferenzzone 84
Interleaving 373
Interline-Transfer 199
Intermodulationsprodukt 446
Internationale Fernmeldeunion, International
Telecommunication Union (ITU) 82
Internationale Fernmeldeunion (ITU/ UIT) 325
International Organization for Standardization (ISO) 135
Internet-Adresse 440
Internet-Fernsehen 442
Internet-Radio 442
Internet-Telefonie 441
Internet-Zugang 416
Intersymbol-Interferenzen (ISI) 256
Intranet 442
Inversionsschicht 87
Ionosphäre 83, 90
Ionosphärenschicht 83
IP-Adresse 438
IP over DAB (Internet Protocol over DAB) 345
IPTV 469
IPv4-Adresse 438
IPv6-Adresse 438
IPv6-Netz 473
ISDN-Anschlusseinheit (IAE) 411
ISDN-Anwendung 412
ISDN-Basisanschluss 414
ISDN-Basisnetzabschluss, network termination basic access
(NTBA) 411
ISDN (integrated services digital network) 410
ISDN-Primärmultiplexanschluss 415
ISDN-Telefax 413
ISDN-Telefon 412
ISOC (Internet Society) 439
- J**
- Jitter 50, 145
- K**
- Kabelinternet 473
Kabelmodem 474
Kabeltelefonie 473
Kabelverzweiger (KVz) 471
Kanalabstand 422f.
Kanalbandbreite 326, 456
Kanal (channel) 22
Kanalcodierung 371
Kanaldecodierung 371
Kanalkapazität 102
Kanal-Modell 376
Kanalraster 327
Kanaltrennung 50
Kanalumschaltung 420
Kanalwähler (Tuner) 362
Kapazität 238
– elektronisch 238
– spannungsgesteuert 237
Kapazitätsbelag 167
Kapazitätsdiode (Varicap-Diode) 237
Kapazitätsveränderung 188
Kartenleser 322
Karussell-Prinzip 367
Kaskadierung 453
kbit 42
kbit/s 42
KByte 42
Kehrlage 226
Kelvin 45
Kennlinie 227
– linear 227

- nichtlinear 228
 - quadratisch 227
 - Kerndurchmesser 180
 - Kernenergie 482
 - Kern-Mantel-Grenzfläche 179
 - Kernmaterial 179
 - Kettenschaltung 451
 - Kilobit (kbit) 42
 - Kilohertz (kHz) 40
 - Kippwinkel 180
 - Kleinzelle 424
 - Klirrdämpfungsmaß 49
 - Klirrfaktor (distortion factor) 49
 - Knotenvermittlungsstelle (KVSt) 407
 - Kollektor-Ermittler-Spannung 228
 - Komforteigenschaft 126
 - Kommunikation 20, 92
 - funkgestützt 93
 - leitungsgebunden 93
 - Kommunikationsanwendung 98
 - Kommunikationsart 428
 - Kommunikationssteuerungsprotokoll 100
 - Kommunikationssystem 21
 - offen 98
 - Kommunikationstechnik 20
 - Kommunikationsvorgang 111, 114
 - Komparator 205, 239
 - Kompatibilität 357
 - Kompensation 131f.
 - Konferenzschaltung 414
 - Konstantspannungsquelle 64
 - Konstantstromquelle 64
 - Konstellationsdiagramm 244
 - Kontrollbit 279
 - Kontrollwort (Prüfwort) 338
 - Konverter, rauscharm, low noise blockconverter (LNC) 486
 - Kopffeld (overhead) 433
 - Kopfstation 446
 - Kopfstelle (headend) 446
 - Kopfteil (header) 119, 402
 - Kopositionierung 488
 - Koppeleinheit 121
 - Koppelfeld 119, 403
 - Kopplung 34
 - galvanisch 130
 - induktiv 130
 - kapazitive 130
 - Wellen- 130
 - Körperschal 185
 - Korrelation 273
 - Kraft 26
 - Kreis 188
 - magnetisch 188
 - Kreisfrequenz 36
 - Kreuzdipol 159
 - Kristallmikrofon 192
 - Kugelkoordinaten 77
 - Kugelstrahler 79, 155
 - Kunststofffaserleitung, polymer optical fibre (POF) 178, 183
 - Kupferleitung 23
 - Kurzmitteilungsdienst, short message service (SMS) 416
 - Kurzschluss 64
 - Kurzschluss-Eingangswiderstand 174
 - Kurzschlussstrom 63
 - Kurzwellen 86
 - Kurzwellenbereich (KW) 326, 497
- L**
- Ladungsausgleich 131
 - Ladungsbild 195f.
 - Ladungsspeicher 198
 - Lageenergie (potentielle Energie) 71
 - Lagekorrektur 482f.
 - Landekurssender (localizer) 495
 - Länderkennzahl (LKz) 410
 - Länge 167
 - elektrisch 167
 - mechanisch 167
 - Längengrad 479
 - Längsparitätsprüfung 279
 - Längsspuraufzeichnung 307
 - Längstwellen 85
 - Längswiderstand 167
 - Langwellen 85
 - Langwellenbereich (LW) 326
 - LAN (local area network) 383
 - Laserdiode 179
 - Laufzeit 49
 - Laufzeitunterschiede 496

- Laufzeitverzerrung 49
- Lautsprecher 185
 - elektrodynamisch 193
 - elektrostatisch 194
 - piezoelektrisch 194
- Lautstärkeempfindung 186
- Lautstärkeregelung (ALR) 334
- LCD (liquid crystal display) 196
- LCD-Technologie 201
- LCD-Zelle 201
- LDTV (low definition television) 369
- Lebensdauer (lifetime) 482
- LED (light emitting diode) 196
- Leerlauf 64
- Leerlauf-Eingangswiderstand 174
- Leerlaufspannung 63
- Leistung 180
 - mittel 229
 - optisch 180
- Leistungsanpassung 66
- Leistungsflussdichte (LFD) 79, 484
- Leistungsgröße 25
- Leistungspegel 26
 - absolut 29
- Leistungsverstärkerstufe 228
- Leistungsverstärkungsmaß 31
- Leitermaterial 165
- Leitfähigkeit 172
 - optisch 178
- Leitung 183
 - einadrig 169
 - elektrisch 183
 - homogen 167
 - koaxial 428
 - optisch 23
 - verlustfrei 168
 - zweiadrig 169
- Leitungsabschnitt 167
- Leitungscodierer 299
- Leitungsgleichung 168
- Leitungskonstante 167
- Leitungsnetz 117
- Leitungsübertragung 223
- Leitungsverbindungen 400
- Leitungsvermittlung 119
- Leitwertbelag 167
- Leseinrichtung 399
- Leuchtdiode (light emitting diode (LED)) 196
- Leuchtstoff 196, 352
- Licht 178
 - einfallend 178
 - einwellig 179
 - gebrochen 178
 - monochromatisch 179
 - reflektiert 178
 - sichtbare 356
- Lichtaussendung 196
- Lichtempfindlichkeit 199
- Lichtimpuls 180
- Lichtstrom 197
- Lichtwellenleiter (LWL) 128, 177f., 404, 429
- LNB, interaktiv (low noise blockconverter) 475
- Lokalnetz 407
- LORAN-Verfahren 497
- Low Level (LL) 368
- LUF (lowest usable frequency) 86
- Luftschnittstelle, common air interface (CAI) 113
- Luminanzanteil 364
- Luminanzsignal (Y-Signal) 357

M

- MAC (media access control) 473
- Magnetbandkassetten-Gerät 307
- Magnetkopf 305
- Mailbox 419, 440
- Main Level (ML) 368
- Makeln 414
- Makroblock 275
- man-machine interface 127
- MAN (metropolitan area network) 428
- Mantel 181f.
- Mantelmaterial 179
- Mark 267
- Maschennetz 121
- Maschine (machine) 21
- Massenkommunikation 118
- Massenkommunikationsmittel 325
- Maß (figure) 31
- Material, reflexionsfähig 491

- Maximalwert (Größtwert) 36
Maxwellsche Gleichung 75
Mbit 42
Mbit/s 42
MByte 42
MCI (multiplex configuration information) 342
MCPC (multi channel per carrier) 296
Medium, physikalisch 98, 101
Megabit 42
Megahertz (MHz) 40
Mehrebenen-Antenne 160
Mehrfachreflexion 84
Mehrfach-Rufnummer, multiple subscriber number (MSN) 414
Mehrfachübertragung, automatic repeat request (ARQ) 278
Mehrfachzugriff 285
Mehrfrequenznetz (multi frequency network (MFN)) 258
Mehrfrequenzwahl-Verfahren (MFV) 396
Mehrkanalträger 296
Mehrtor 62
Mehr-Träger-Verfahren (multi carrier system) 222, 347, 374, 444
Mehr-Wege-Empfang 346, 375
Membran 186
Meterwellen 87
Metropolitan Area Network (MAN) 428
Mikrofon, elektromagnetisches 192
Mikrowellen-Landesystem (microwave landing system [MLS]) 496
Mikrozelle 424
Millimeterwellen 89
MIMO (multiple input, multiple output) 377
Mindestqualität 126
Minizelle 424
Mischstufe 331
Mischung 246
Mithörschwelle 271, 340
Mitkopplung (positive feedback) 58
Mittelwellen 85
Mittelwellenbereich (MW) 326
MMSC (multimedia messaging center) 399
MMS (multimedia messaging service) 399
Mobilfunknetz 400
Mobilkommunikation 93
Mobilnetze 416
Mobilstation (MS) (mobile station [MS]) 419
Mobiltelefon 419
Mode 179
Modell, psychoakustisches 272, 340
Modem 400
Moden 172
Modendispersion 180, 182
Modulation 221
– vielwertige 375
Modulationsgrad 224
Modulationsindex 235
Modulationssignal 222f.
– rechteckförmiges 242
Modulationsverfahren 222
– höherwertiges 241
Modulator 222, 299
modulo-2-Addition 279
Mono-Empfänger 335
Monomode-LWL 182
Monomode-Stufenprofil-LWL 182
Monopol 160
Mono-Übertragung 335
Morphographie 84
Motion Picture Experts Group (MPEG) 271
MOT (multimedia object transfer protocol) 345
moving target indication (MTI) 494
MPEG-1 Layer 1 272
MPEG-1 Layer 2 272
MPEG-1 Layer 3 272
MPEG-2 273
MPEG-2-Transportstrom (MPEG-2-TS) 368
MPEG-4 276, 369, 374, 377
MPEG-4 AAC 272
MPEG-Videocodierung 275
MSC (main service channel) 342
MSC (mobile switching center) 424
MTI (moving target indication) 494
MUF (maximum usable frequency) 86
Multicast 118
Multimedien dienst 416
Multimedia-Teilnehmer-Anschlussdose (MM-TAD) 472
Multimode-Gradientenprofil-LWL 182
Multimode-LWL 182
Multimode-Stufenprofil-LWL 182
multiple access 285

Multiplexer (MUX) 284, 299
Multiplexierung 284
Multiplexsignal 248, 284, 299
Multiplexverfahren 284
Multischalter 453
multi switch 453
MUSICAM-Coder 340
MUSICAM-Decoder 340, 344
MUSICAM (masking pattern adapted universal subband integrated coding and multiplexing) 272, 340
Musikleistung 193
MUX (Multiplexer) 284

N

Nachführung (tracking) 483
Nachleuchtdauer 352
Nachrichtenmenge 103
Nachrichtenquader 103
Nachrichtentechnik 20
Nachtrabanten 355
Nachzieheffekt 197
Nahbereichs-Datenetze (personal area network (PAN)) 428
Nahempfangszone 84
Nahfeld 77
Nahzone 84
NA (numerische Apertur) 179, 181
Navigation 483
Navigationssatellit 483
ND (non directional) 490
Nebenkeule 156
Nebensprechen 50
Nebenstellenanlagen 414
Nebenzipfel 156
Negativmodulation 353
Nennimpedanz 193
Nennleistung 193
Netto-Bitrate 280, 374
Network Information Center (NIC) 439
Netzabschlusseinheit 415
Netzabschluss (network termination [NT]) 469
Netzbetreiber (network operator) 120
Netzebene 1 (NE 1) 449
Netzebene 2 (NE 2) 449
Netzebene 3 (NE 3) 450
Netzebene 4 (NE 4) 451
Netzebene 5 (NE 5) 451
Netzebene (NE) 448
Netzfunktion 120
Netzknoten (NK) (network nod) 118, 402, 439
Netzmanagement-Zentrale (network management center [NMC]) 424
Netz (network) 94, 116, 319
– dienste-integrierendes (integrated services network) 120
– dienste-spezifisches (dedicated services network) 120
– hierarchisches 122
– öffentliches (public network) 120
– privates (private network) 120
– zelluläres 418
Netzschnittstelle 401
Netzüberlastungen 405
Netzverfügbarkeit 408
Normalfrequenz 329
Normalpapier 399
NPAD (non programme associated data) 341
NRZ-AMI-Format 268
NRZ- (non return to zero) Format 267
NTPM (network terminator primary multiplex) 415
Nukleargenerator 482
Null-Bit 267
Nullmeridian 479
Nullsymbol 342
Nur-Lese-Speicher 310
Nutzbit 279
Nutzerfreundlichkeit 127
Nutzerführung 127, 371
Nutzergruppe, geschlossen (closed user group) 400
Nutzerschnittstelle (user interface) 401
Nutzer (user) 21, 117
Nutzfeld (payload) 433
Nutzlast (pay load) 119
Nutzsignal 20, 23, 31, 240
Nutzsignal-Rauschsignal-Abstand 46
Nutzungsentgelt 413f.
Nyquist-Flanke 363

O

Oberband 422
 Oberfläche, verspiegelte 308
 Oberschwingung 49
 – harmonische 54
 Oberwellenfilter 175
 OFDM (orthogonal frequency division multiplex) 456
 Offline 93
 Offline-Betrieb 304
 Öffnungswinkel 157, 478, 480
 Offset-Antenne 162
 Offsetfehler 203
 Offset-Parabolantenne 162
 Ohrempfindlichkeitskurve, nichtlineare 270
 OMEGA-Verfahren 497
 OMUX (output multiplexer) 481
 Online 93
 Online-Betrieb 304
 Orbitposition 479
 orthogonal frequency division multiplex (OFDM) 255
 Ortskurve 154
 Ortsnetz 409
 Ortsnetzebene 406
 Ortsnetzkenzahl (ONKz) 409
 Ortsvermittlungsstelle (OVSt) 409
 OSI (open systems interconnection) 97
 Oszillator 331
 – spannungsgesteuerter (voltage controlled oscillator (VCO)) 239
 Oszillatorfrequenz 331f.
 Overlay-Netz 122

P

Paar (pair) 169
 PAD (programme associated data) 341
 Paket (packet) 119
 Paketvermittlung (packet switching) 119
 PAL (phase alternating line) 362
 PAL-Schalter 364
 PAM-Signal 247
 – bipolar 247
 – unipolar 247
 Parabolantenne 162
 – zentralgespeiste 162

Paraboloiden 162
 Parallel-Resonanzkreis 71, 330
 Parallelschaltung 73
 Parallelumsetzer (flash converter) 204
 Parken einer Verbindung 413
 P-Bild (unidirektional prädiiziertes Bild) 275
 PCM 30 286
 PCM 120 286
 PCM 480 286
 PCM 960 286
 Pegeldiagramm 32
 Pegel-Frequenz-Funktion 271
 Pegel (level) 26, 28, 98
 – absolut 33
 – relativ 33
 Pegelplan 32
 Pegelstufe 272
 Pegelwechsel 267
 Peilantenne 162
 Perigäum 478
 Periodendauer 36f.
 Permeabilität 132
 Permeabilitätszahl 132, 166
 Phasenbelag 172
 Phasendiskriminator 261
 Phasen-Frequenzgang (phase frequency response) 39
 Phasengang 39
 Phasenlaufzeit 49
 Phasenmaß 173
 Phasenregelkreise (phase-locked loop (PLL)) 239
 Phasenschwankung 50
 Phasenumschaltung 364
 Phasenumschaltung, zeilenweise 364
 Phasenumtastung (PSK) 337
 – vierwertig 243, 373
 – zweiwertig 243
 Phasenverschiebung 56
 Phasenverschiebungswinkel 36
 Phasenverzerrung 49
 Phasenwinkel 246
 picture element (pixel) 350
 Piezoeffekt 188
 Piezo-Kristall 192
 Piraterie (piracy) 320
 Pit 309

Pitflanke 309
Pitlänge 309
Pitstruktur 308
Pixel 195
Planarantenne 152, 163
Plasma-Anzeige 201
Plasma-Technologie 201
Polarisation 158
- horizontal 316
- linear 316
- vertikal 316
- zirkular 158, 316
polarisation division multiple access (PDMA) 297
Polarisationsmultiplex (PDM) 292
Polarisationsweiche 292
Polynom 280
Portabilität 305, 307
POTS (plain old telephone system) 468
power flux density (PFD) 79, 484
Poynting-Vektor 80
PPI (plan position indicator) 493
Preis-Leistungs-Verhältnis 305
Primärgruppe (PG) 288
Primärmultiplexanschluss, primary rate access (PMXA) 414
Prognose 270
Programmführer, elektronisch, electronic programme guide (EPG) 379
programmierbares Sperren 414
Programm-Multiplexer 368
Protokoll-Architektur 114
Prozedur 136
Prozessor, zentral, central processor (CP) 406
Prüfbit 279
pseudoternär 267
PS (programme service name) 339
Pufferspeicher 281
Pull-Dienst (pull services) 127
Puls 37
Pulsamplitude 246
Pulsamplitudenmodulation (PAM) 247
Pulsbreitenmodulation, pulse width modulation (PWM) 249
Pulsmodulation (PCM) 250
Pulsdauer 246
Pulsdauermodulation (PDM) 249
Pulsfolgefrequenz 492

Pulsfrequenz 246
Pulsfrequenzmodulation (PFM) 248
Pulsängenmodulation 249
Pulsmodulation 222
Pulsphase 246
Pulsphasenmodulation (PPM) 248
Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindung 446
Punkt-zu-Punkt-Verbindung 381, 483
Push-Dienst (push service) 126

Q

QPSK (quadrature phase shift keying) 243
Quadratur-Amplitudenmodulation (QAM) 259
Quadratur-Komponente (Q-Komponente) 232
Quantisierung 272
- lineare 251
- nichtlineare 251
Quantisierungsintervalle 251
Quartiärgruppen (QG) 288
Quarz-Oszillator 329
Quelle 22, 66
- belastet 67
- frequenzstabil 289
Quellencodierung (source coding) 262, 299
Quellendecodierung 300
Querparitätsprüfung 279

R

Radar-Empfänger 491
Radargleichung 492
Radar (radio detecting and ranging) 491
Radar-Station 491
Radio 325
Radio-Daten-System 325
Radio-Daten-System (RDS) 337
Radiokompass (automatic direction finder (ADF)) 494
Rahmenantenne 494
Rahmendauer 286
Rahmen (frame) 119
Rahmenlänge 271
Raumklangverfahren Dolby 5.1 272
Raumklangverfahren (surround sound) 487
Raummultiplex (space division multiplex (SDM)) 291

- Raumwelle 84
- Rauschabstand 334
 - bewertet 48
- Rauschanpassung (noise matching) 70
- Rauschen 70
 - bandbegrenzt 48
 - farbig 46
 - kosmisch 44
 - terrestrisch 44
 - thermisch 44
- Rauschleistung (noise power (NP)) 45
- Rauschmaß (noise figure) 31
- Rauschpegel 46
- Rauschquelle 44
 - äußere 44
 - innere 44
- Rauschsignal 44
- Rauschspannung 46
- Rauschzahl 47
- RDS-Coder 338
- RDS-Decoder 338
- RDS-Standard 338
- Rechenvorschrift 255
- Redundanz 262, 264
 - psycho-optisch (psycho-visual-redundancy) 274
 - räumlich (spatial redundancy) 273
 - statistisch (statistical redundancy) 274
 - zeitlich (temporal redundancy) 274
- Redundanzprüfung (longitudinal redundancy check (LCR)) 279
- Redundanzreduktion 252, 270
- Reed-Solomon-Code (RS-Code) 373
- Referenzfrequenz 57, 239
- Referenzsignal 490
- Referenzspannung 204, 210
- Referenzwert 29
- Reflektor 159
- Reflexion 67, 108, 494
- Reflexionsfähigkeit 489, 491
- Reflexionsfaktor (reflexion coefficient) 68, 173
- Reflexionsverfahren 491
- Regellage 226
- Regelspannung 309
- Regenerator 181
- Regionalnetz 407
- Regional-Vermittlungsstellen (RVSt) 408
- Reihenschaltung 58
- Rekonstruktion 276
- Repeater 431
- Requests for Comments (RFC) 439
- Resonanzkreis 239, 243
- Restseitenband-Amplitudenmodulation (RSB-AM) 232
- Restträger 231
- Reziprozitätsgesetz 153
- RHI (range height indicator) 493
- Rice-Kanal 376
- Richtantenne 159
- Richtcharakteristik 189
- Richtfunkverbindung (radio link) 88
- Richtstrahlung (directional (D)) 490
- Richtungsbestimmung 494
- Richtungsbetrieb 93
- Richtungswinkel 157
- Ringleitung 121
- Ringnetz 121
- Rotationsellipsoid 88
- Router 431, 436
- Routing 97, 99
- RTCP (realtime control protocol) 438
- Rückflussdämpfung 68, 70
- Rückhördämpfung 394
- Rückhören 394
- Rückkanalbereich 451
- Rückkanal (return channel) 278, 444
- Rückkopplung (feedback) 58
- Rückleiter 167
- Rückleitung 166
- Rückwärtsfehlerkorrektur, backward error correction (BEC) 278
- Rückwärtsregelung 333
- Rufeinheit 397
- Rufnummer 401
- Rufumleitung 413
- Ruhehörschwelle 270
- Rundfunk 441
- Rundfunk-Empfangsstelle (RfEst) 449
- Rundfunk-Kabelnetz 454, 468
- Rundsicht-Radar 493
- Rundstrahlung (non directional (ND)) 490

RZ-AMI-Format 267
RZ-(return to zero) Format 267

S

S₀-Bus 411
S₀-Schnittstelle 411
Sägezahn-Umsetzverfahren 204
Satellit 421
- geostationär 478
- geosynchron 478
- umlaufend 483
Satellitenempfänger 487
Satellitenempfangsanlage 484
Satellitenempfangseinrichtung 479
Satellitenfunkverbindung 479
Satelliten-Modem (Sat-Modem) 475
Satellitenübertragung 292
Scalable Profile (SNRP) 368
SCART 378
Schalldruck 26, 40, 186
Schalldruckpegel 208
Schallgeschwindigkeit 186
Schätzwert 253
Scheitelwert 39
Schicht (layer) 97
- magnetisierbar 305
Schieberegister 279
Schirmdämpfungsmaß 131f.
Schirmung 169
Schlüsselwort 318
Schmalbandübertragung 302
Schnittstelle 114
Schnittstellenbedingung 98
Schrägspuraufzeichnung 306
Schreibeinrichtung 399
Schwarzpegel 353
Schwingkreis 74
- geschlossen 73
- offen 74
Schwingung 72, 74
- elektromagnetische 71
Schwingungssystem, elektrisches 71
Schwund (fading) 85
SCPC (single channel per carrier) 296
SDH (synchronous digital hierarchy) 432
SDTV (standard definition television) 369
Sechspol 63
Seitenband 225
- oberes (OSB) 225
- unteres (USB) 225
Seitenbandleistung 230
Seitenfrequenz 236
Seitenschwingung 236
Sekundärgruppe (SG) 288
Sekundär-Radar (secondary surveillance radar (SSR)) 491
Selbsterregung 58
Selbstinduktion 71
Selbstwählbetrieb 420
Semiduplexbetrieb 93
Sendeantenne 153
Sende-Empfangs-Weiche 480
Senderabstand 375
Sender-Ausgangssignal 327
Sender-Eingangssignal 327
Sender (transmitter) 22
Sender-Wirkungsgrad 330
Sendungsvermittlung (message switching) 402
Senke 22
Server 21, 430f., 436
Service-Informationen (SI) 371
Set-Top-Box (STB) 378
Sicherheit 97
Sicherungsprotokoll 100
Sicherheitsschicht (data link layer) 98
Signal 22
- analog 40f.
- bandbegrenzt 46
- binär 41
- digital 41, 94
- moduliert 490
- rücklaufend 67, 142
- teilnehmerspezifisch 322
- vorlaufend 67
- wertequantisiert 41, 252
- zeitdiskret 54
- zeitquantisiert 41
Signalausgabe 304
Signalauslöschung 85
Signaleingabe 304

- Signalisierung 427
- Signalisierungsdaten 420, 432
- Signallaufzeit 39
- Signalleistung 230
- Signalpegel 267
- Signalprozessor 245
- Signal-Rausch-Abstand C/N 244
- Signalspeicherung 304
- Signalstrom 197
- Signalverarbeitung 314
- Signalverdopplung 85
- Signalwert 34
- Simple Profile (SP) 368
- Simplexbetrieb 93
- sinusförmiger Verlauf 36, 38
- SI (service information) 342
- Skalierbarkeit 368
- Skalierung 368
- S-Kanal 414
- Smart Card 320
- SMS (short message service) 398
- SMTP (simple mail transfer protocol) 438
- SNR (signal-to-noise ratio) 144
- Software-Schnittstelle 111, 462
- Solarzelle 482
- Sonderkanalbereich 446
 - oberer (OSB) 447
 - unterer (USB) 447
- Sonnenenergie 482
- Sonnenfleckenmaximum 86
- Sonnenfleckenminimum 86
- Sonnenfleckenzahl (sun spot number) 86
- space division multiple access (SDMA) 297
- Spalte 109
- Spaltenbreite 306
- Spannung 25, 154
 - elektrische 25, 186
- Spannungs-Frequenz-Umsetzer 203
- Spannungsverstärkungsmaß 31
- Spannungsverstärkungspegel 34
- Spatial Scalable Profile (SSP) 368
- Spectral Band Replication (SBR) 346
- Speicher 312
 - flüchtig 312
 - nichtflüchtig 312
- Speicherbereich 198 f.
- Speicherkapazität 304, 312
- Speicherkarte 312
- Speichermedium 304
- Speichertiefe 280
- Speicherung 21
- Speichervermittlung 402
- Speisesystem (feed system) 162
- Spektrallinie 40
- Spektrum 81
- Spiegel 196
 - dichroitisch 196
 - farbempfindlich 196
 - halbdurchlässig 309
- Spiegelfrequenzfestigkeit 332
- Spiegelfrequenz (image frequency) 332
- Spitzenleistung 229
- Spitzenwertgleichrichter 233
- Sprachbox 419
- Sprachgenerator 339
- Sprachübertragung 416
- Sprecheinheit 397
- Sprechkapsel 393
- Spreizung (spread spectrum) 290
- Sprungdistanz 86
- Sprung (hop) 86
- Spurführung 309
- Stabantenne 160
- Standardauflösung 369
- Steckerleiste 171
- Stellenwertigkeit 264
- Stellenzahl 251
- Stereo-Coder 336
- Stereo-Decoder 336
- Stereo-Empfänger 336
- Stereo-Kanal 336
- Stereo-Multiplexsignal 336
- Stereosignal 349
- Stereo-Übertragung 335
- Sternnetz 121, 319, 395
- Sternpunkt 319
- Steuersender 328
- Stichleitung (stub) 175
- Stift-Stecker 451
- Stirnflächenabstand 180

- Stirnflächenfehler 180
STM-1-Rahmen 433
STM-4 433
STM-16 433
STM-64 433
STM-512 433
STM (synchrones Transportsignal) 433
Stoppsignal 95
Störabstand (signal-to-noise ratio (SNR)) 31, 104, 300, 453
Stör-AM 239
Störbeeinflussung 244, 246
store and forward 93
Störfeldstärke 129
Störfeldstärke 130
Störfestigkeit 129
Störimmission 129
Störkanal 129
Störquelle 129
Störsender 129
Störsenke 129
Störsignal 20, 23, 31, 44
Störsignalunterdrückung 132
Störspannung 131
Störstrahlung 128
- impulsförmig 130
- kontinuierlich 130
Störstrahlungsleistung 130
STP (shielded twisted pair)-Leitung 170
Strahlablenkung durch elektrisches Feld 200
Strahlablenkung durch magnetisches Feld 200
Strahler, isotrop 79
Strahlungsdiagramm 156
Strahlungsdichte 79
Strahlungsleistung 79
- effektiv 484
Strahlungsvektor 80
Stratosphäre 83
Streaming 434
Streifenfilter 196
Streustrahlung (scatter) 88
Streuung 83
Stromstärke, elektrische 26
Stromsteuerung 187
Stufenindex 182
Stufenumsetzer 203
Subband-Codierung 270
Subscriber Management System (SMS) 322
Suchbereich 275
Summensignal 336
Summierstufe 206
Superheterodynempfänger (Super) 331
Symboldauer 375
Symbolfehler (symbol error) 278
Synchronisation 99
synchronisation channel (SC) 342
Synchronität 95
Synchronsignal (S-Signal) 353
Syntax 97
System 97
- biologisch 129
- geschlossen 97
- offen 98
- proprietär 323
- technisch 129
Systemparameter 484
Systempegelplan 485
Systemsteuerung (main system controller (MSC)) 421
- T**
- TAE-F 397
TAE-N 397
Taktfrequenz 95, 206, 309
Taktgeber, zentral 359
Taktgenerator 365
Taktsignal 50, 95
Tastgrad 38
TA (traffic announcement identification) 339
Tauchspulmikrofon 193
TCP/IP 407
TDMA-Rahmen 423
TDMA-System 295
TDMA (time division multiple access) 484
Teilband 271
Teilbandverfahren 340
Teilbereich 303
Teilnehmer-Anschlussdose (TAD) 451, 468
Teilnehmer-Anschlusseinheit (TAE) 402, 468
Teilnehmer-Anschlussleitung (TAL) 380, 402

Teilnehmerschnittstelle (subscriber interface)
401

Teilnehmer (TIn) 21, 92, 297

Teilnehmer-Vermittlungsstelle (TVSt) 403

Teilnehmerverwaltung 322

Teilnetz 473

Teilvermaschung 121

Telefaxdienst 399

Telefaxgerät 399

Telefax-Übertragung 400

Telefonapparat 393

Telefondienst 398

Telefonie 393

Telefonnetz 404

Telefonnummer 401

Telefonsignal 393

Telefonverbindung 393

Telekommunikations-Anschlusseinheit (TAE) 397

Telekommunikationsgesetz (TKG) 82

Telekommunikationskabel 170

Telekommunikationssatellit 483

Teletext 365

Tertiärgruppe (TG) 288

Thermopapier 399

time division multiple access (TDMA) 295

TK-Anlage 414

TK-Festnetz 414

- öffentlich 400
- privat 400

TMC (traffic message channel) 339, 345

Tonsender 360

Tonträger 362

- erster (TT1) 362
- zweiter (TT2) 362

Ton-ZF (Ton-Zwischenfrequenz) 363

Totalreflexion 178

Tote Zone 84

TPEG (transport protocol experts group) 345

Trägerabsenkung (carrier reduction) 231

Trägerfrequenz 225 f.

Trägerfrequenzgenerator 232

Trägerfrequenz-Technik (TF-Technik) 288

Trägerleistung (carrier power) 229

Träger-Rausch-Abstand (carrier-to-noise ratio (CNR))
143

Trägerrückgewinnung 234

Trägersignal 234

- cosinusförmig 246
- pulsförmig 221
- sinusförmig 221, 246

Trägerunterdrückung (carrier suppression) 231

Transmission Control Protocol (TCP) 437

Transponder 450

Transportmodul 433

- höherwertig 433

Transport-Multiplex 340

Transport-Multiplexer (Transport-MUX) 342

Transportprotokoll 100

Transportprotokoll IP (internet protocol) 436

Transportschicht (transport layer) 99

Transportsteuerung 97

Transportstrom (TS) 370

Triple Play 468

Troposcatter 88

Troposphäre 83

TV-Bildübertragung 350

Twinaxkabel 429

U

Überabtastung (oversampling) 54

Übergangsmaß 65

Überlagerungsempfänger 331

Übermittlung 401

- verbindungslos 401
- verbindungsorientiert 401

Übermodulation 358

Überreichweite 87

Übersichtsschaltplan 62

Übersprechen (crosstalking) 50

Übertragung 21, 298

- analog 95
- asynchron 95
- digital 95, 246
- einkanalig (Monophonie) 335
- frequenzversetzt 298
- geführte 23
- materielle 23
- parallel 112
- seriell 112

- synchron 95, 433
- transparent 405
- ungeführte 23
- zeitversetzt 298
- zweikanalig (Stereofonie) 335
- Übertragungsdistanz 180
- Übertragungsebene 404
- Übertragungseinrichtung 116
- Übertragungsfaktor 65, 188
 - für Lautsprecher und Hörer 192
 - für Mikrofone 188
- Übertragungsfehler 114
- Übertragungsformat 99
- Übertragungsgeschwindigkeit 114, 263, 429
- Übertragungskanal (transmission channel) 22, 268, 362
- Übertragungskapazität 277
- Übertragungsmaß 188
 - einer Leitung 172
 - für Lautsprecher und Hörer 192
 - für Mikrofone 188
- Übertragungsmedium 97, 428
- Übertragungsmodus, asynchron 432
- Übertragungsprotokoll 100, 380, 405
- Übertragungsschicht (physical layer) 98
- Übertragungssystem (transmission system) 22, 268
- Übertragungsweg 116
- UBR (unspecified bit rate) 432
- UDP (user datagram protocol) 437
- Ultrakurzwellenbereich (UKW) 326
- Ultraschall 185
- Umgebungsgeräusch 194
- Umsetzerkennlinie 202
- Umsetzfrequenz 203
- Umsetzzyklus 203
- Umtastung (shift keying) 240
- UMTS-Funkvermittlungsstelle (radio node controller (RNC)) 421
- UMTS radio access network (URAN) 421
- UMTS terrestrial radio access network (UTRAN) 421
- UMTS (universal telecommunication system) 421
- Unterabtastung 54
- Unterband 422
- Uplink 456
- URL (universal resource locator) 440
- USB-Stick 312

- User Datagram Protocol (UDP) 437
- UTP (unshielded twisted pair) 170

V

- Vakuümrohre 196, 198
- Variable 34
 - abhängig 34
 - unabhängig 34
- VBR (variable bit rate) 432
- Vektor 75
- Verarbeitungsprotokoll 100
- Verarbeitungsschicht (application layer) 99
- Verbindung 401
 - virtuell 401
- Verbindungsabbau 430
- Verbindungsaufbau 395
- Verbindungsstelle 180
- Verdeckungseffekt 340
- Verdrillung 169
- Verfahren 187, 274
 - nicht reversibel 187
 - reversibel 187
 - verlustfrei 274
- Vergleicherschaltung 249
- Vergleichsantenne 494
- Vergleichsspannung 203
- Verhalten, quasiptisch 87
- Verhältnisdiskriminator 261
- Verkabelung, strukturiert 431
- Verkämmung 361
- Verkehrsfunk 337
- Verkürzungsfaktor 166
- Vermittlung 119
 - digital 410
 - verbindungslos 119
 - verbindungsorientiert 119
- Vermittlungsebene 404
- Vermittlungseinrichtung 116
- Vermittlungsprotokoll 100
- Vermittlungsstelle 395
- Verschachtelung 281
- Verschlüsselung 299, 379
- Verseilung 170
- Verstärkerpunkt (VrP) 450

- Verstärkungsfaktor 28, 65
 Verstärkungsfehler 203
 Verstärkungsmaß 65
 Verteilanlage 446
 Verteildienst 126
 Verteileinrichtung 116
 Verteilkommunikation 400
 Verteilnetz 452
 Vertikal-Richtcharakteristik 156 f.
 Vertikalstrahler 160
 Verzerrung (distortion) 48
 – linear 48
 – nichtlinear 48
 VHF-Drehfunkfeuer 495
 Video 20
 Videocodierung (advanced video coding (AVC)) 369
 Videocodierung (video coding) 273
 Videoprojektor (beamer) 370
 Videosignal 20
 Videotext-Daten 366
 Videotext-Decoder 367
 Videotext-Seite 367
 Videotext-Tafel 365
 Videotext (VT) 365
 Videotext-Zeile 366
 Vielfachzugriff 295, 423, 483
 Vielfachzugriff im Codemultiple 297
 Vielfachzugriff im Frequenzbereich (frequency division multiple access (FDMA)) 484
 Vielfachzugriff im Frequenzmultiplex 295
 Vielfachzugriff im Polarisationsmultiplex 297
 Vielfachzugriff im Raumbereich (frequency division multiple access (FDMA)) 484
 Vielfachzugriff im Raumbereich (space division multiple access (SDMA)) 483
 Vielfachzugriff im Raummultiplex 297
 Vielfachzugriff im Zeitbereich (time division multiple access (TDMA)) 484
 Vielfachzugriff im Zeitmultiplex 295
 Vielfachzugriff (multiple access) 285
 Vierdrahtbetrieb 393
 Vierlingsantenne 160
 Vierpol 63
 Vier-Spur-Verfahren (Viertelspuraufzeichnung) 306
 virtueller Container (VC) 433
 virtuelle Verbindung 119
 visitors location register (VLR) 419
 Viterbi-Decoder 344
 VoIP (voice over internet protocol) 407
 Vollbildübertragung 370
 Vollduplexbetrieb 93
 Vollvermaschung 121
 Vollwellendipol 154
 Volt 25
 Voreinflugzeichen 496
 Vorgruppe (VG) 288
 Vorhersagen (prediction) 274
 Vorhersagewert 253
 Vor-Rück-Verhältnis (VRV) 157
 Vorstufenmodulation 328
 Vortrabant 355
 Vorverstärker, rauscharm (low noise amplifier (LNA)) 480
 Vorwahlnummer 422
 Vorwärtskanal (Hinkanal), forward channel 444
 Vorwärtsregelung 333
 V-Signal 358
- W**
- Wägewerfahren 203
 Wähleinheit 397
 Wählsystem, elektronisch (EWS) 406
 Wählvermittlung 395
 Wanderfeldröhre 483
 Wandler 184
 – elektroakustischer 184
 – elektrooptischer 23
 – optoelektrischer 23
 Wandlungszeit (conversion time) 203
 Watt 25
 Web-Radio 442
 Web-TV 442
 Wechselbetrieb 93
 Wechselfeld, elektrisch 129
 Wechselfeld, magnetisch 129
 Wechselimpuls 354
 Weißpegel 353
 Weitbereichs-Datennetz (wide area network (WAN)) 428
 Weitschweifigkeit 270

Welle 72

- elektromagnetisch 72, 74
- elektromagnetisch 152
- longitudinal 186
- rücklaufend 173
- stehend 68
- vorlaufend 173

Wellenkopplung 130

Wellenlänge 72

Wellenlängenmultiplex (wavelength division multiplex (WDM)) 289

Wellenleitung 165

Wellenwiderstand 168, 447

Wellenwiderstand des Koaxialkabels 172

Welligkeitsfaktor 68 f.

Wertebereich 35, 245

Werteintervall 251

Wertequantisierung 250 f.

Wertigkeit 241

Wettersatellit 483

Widerstand 29

Widerstandsanpassung 70

Widerstandsbelag 167

Widerstandstransformation 174

Wiedergabe-Komponente 195, 352

Winkelmodulation 223

Wirkleistung, elektrisch 25

Wirkungsmechanismus der EMV 128

Wirkung, thermisch 133

Wirkwiderstand 67

Wohnungsverteilnetz 448

World Wide Web (WWW) 440

WWW-Server 440

X

x-Achse (Abszisse) 35

Y

y-Achse (Ordinate) 35

Yagi-Antenne 159

Y-Signal 357

Z

Zähldiskriminator 239

Zählimpulsgeber (ZIG) 410

Zeichen, codiert 263

Zeichenerkennung 244

Zeichengabesystem (signalling system (SS)) 415

Zeichengabe, zentral 415

Zeichenvorrat 263

Zeigerdarstellung 227

Zeilendauer 351

Zeilenfrequenz 355

Zeilenrücklauf 356

Zeilensprungverfahren (line interlacing) 352

Zeilensynchronsignal 354

Zeilenwechsel 356

Zeitbereich 251

Zeitduplex (time division duplex (TDD)) 422

Zeitfunktion 34

- rechteckförmig 37

- wertekontinuierlich 40

- zeitkontinuierlich 40

Zeit-Interleaving (time interleaving) 281

Zeitintervall 249

Zeitmultiplex (TDM) 285

Zeitquantisierung 251

Zeitraster 41

Zeitschlitz (time slots) 484

Zeittakt 41

Zeitversatz 93

Zellbündel 418

Zelle (cell) 119

Zentimeterwelle 82

Zentralbatteriesystem 394

zentraler Zeichengabekanal (ZZK) 415

Zentralvermittlungsstelle (ZVSt) 409

ZF-Verstärker 331

Zieladresse 402

Zugang, autorisiert 319

Zugangsberechtigung 320

Zugangsnetz (access network) 407

Zugriffe, gleichzeitig 442

Zugriffsgeschwindigkeit 312

Zugriffskriterium 295

Zugriffsverfahren 293, 484

- Zusatzdaten 371
- Zusatzinformation, digital 337
- Zweidrahtbetrieb 394
- Zweidrahtleitung 445
 - geschirmt verdrillt 461
 - nicht verdrillt 461
 - ungeschirmt verdrillt 460
- Zweidrahtverstärker 395
- Zweikanalton 349
- Zweileiterkabel 169
- Zweipol 63
- Zweiseitenband-Amplitudenmodulation (ZSB-AM) 230
- Zwei-Spur-Verfahren (Halbspuraufzeichnung) 306
- Zweitor 63
 - aktiv 64
 - belastet 65
 - passiv 64
- Zweitorparameter 64
- Zweiwertigkeit 37
- Zwillingsantenne 160
- Zwischenspeicherung 258, 367