

HANSER



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 des 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.

Köln, im Januar 2017

Ulrich Freyer

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 Mehrtore | 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 Signalspeicherung | 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 Pulscodemodulation (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 Signalspeicherung | 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 Analoger 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/m²)
- Energiedichte W/A (Einheit: J/m²)

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:

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

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

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

Entlogarithmieren

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

Es ergibt sich:

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

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.

Die Indices a und b gelten für beliebige Stellen.

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

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.

Eingangsgrößen: Index 1

Ausgangsgrößen: Index 2

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

Wirkungsrichtung:

Eingang \Rightarrow 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:

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.

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.

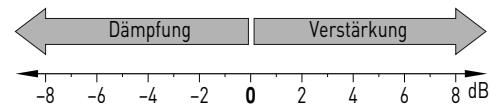


Bild 2.1 Verstärkungs- und Dämpfungspegel

Faktor = Lineares Verhältnis der Werte für P bzw. U

Pegel = Logarithmiertes Verhältnis der Werte für P bzw. U

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

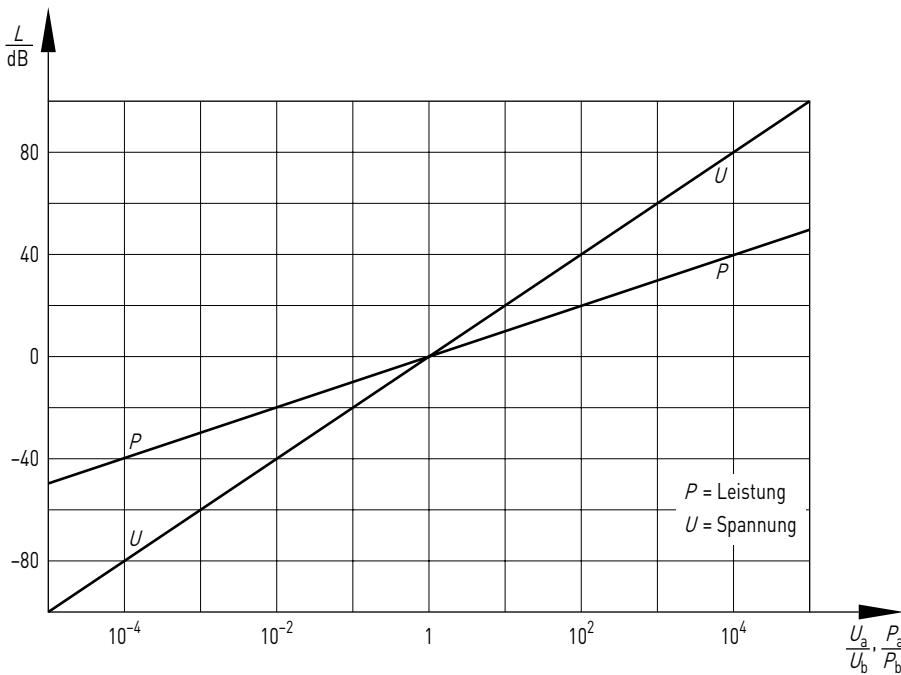


Bild 2.2 Relative Pegel für Leistung und Spannung

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) ⇒ 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.

Tabelle 2.2 Berechnung absoluter Pegel

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

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

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

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.

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

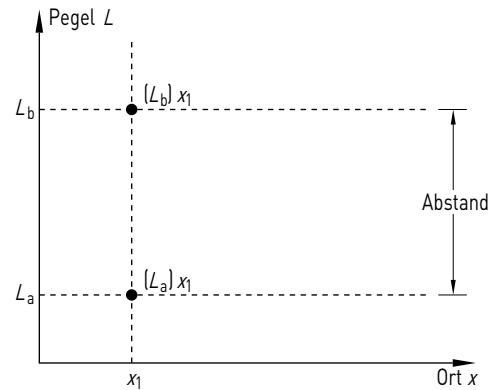


Bild 2.3 Pegeldifferenz „Abstand“

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:

$$g_u = L_{u(2)} - L_{u(1)} \quad (2.21)$$

$$\text{Abstand} \Rightarrow |(L_a)_{x1} - (L_b)_{x1}| \quad (2.18)$$

Bezug auf den selben Ort!

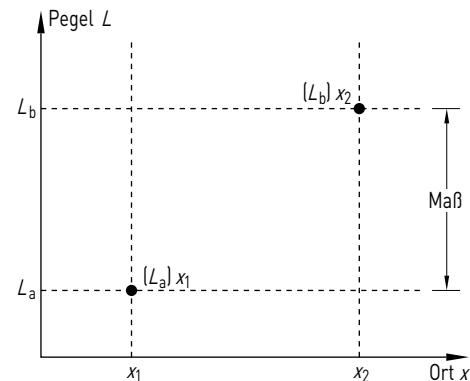


Bild 2.4 Pegeldifferenz „Maß“

$$\text{Maß} \Rightarrow |(L_a)_{x1} - (L_b)_{x2}| \quad (2.19)$$

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 Ketten schaltung 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.

Beispiel

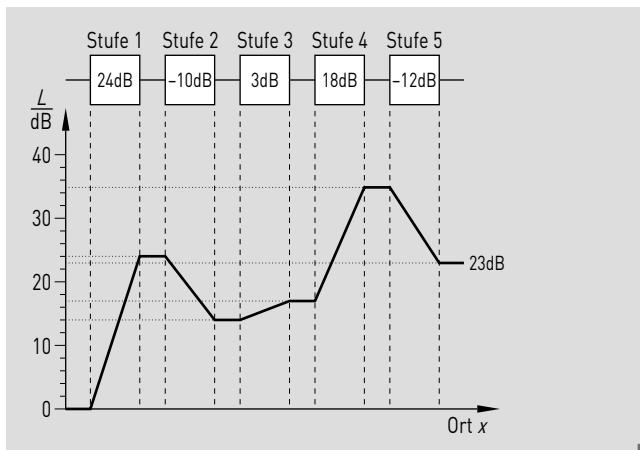
Der Pegelplan eines aus fünf Stufen bestehenden Übertragungssystems ist darzustellen. Es sind in Reihenfolge der Stufen folgende Pegel für die Verstärkung bzw. Dämpfung vorgegeben: 24 dB, -10 dB, 3 dB, 18 dB, -12 dB.

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 dB + 15 dB = 38 dB ergeben.

Übertragungssysteme sind Ketten schaltungen von Funktionseinheiten.

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



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 $1 \mu\text{V}$ 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 $L_p = 0 \text{ dB}$.
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
Abstimmleinrichtung 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
Anschalteeinheit 403
Anschlussbereich (AsB) 450
Anschlussseinheit (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 195f.
 Aufnahmeröhre 195, 198
 Aufwärtsstrecke (uplink) 479
 Augendiagramm (eye pattern) 50
 Augenempfindlichkeitskurve 357
 Augenhöhe 50
 Augenweite 50
 Ausbreitungsrichtung 158
 Ausbuchen (logout) 419
 Ausfallwinkel 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 411f., 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 prädiziertes 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
 Besetzeichen 395, 405
 Bessel-Funktion 235
 Besucherdatei (BD) 419
 Betrachtungsintervall 249, 260
 Betrieb, bidirektionaler 93

- Betriebsart (operation mode) 92
Betriebs-Dämpfungsfaktor 65
Betriebs-Dämpfungsmäß 65
Betriebsfrequenz 151, 176
Betriebs-Verstärkungsfaktor 65
Betriebs-Verstärkungsmäß 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
Bezahltdienste (pay service) 127
Bezahlfernsehen (Pay-TV) 319
Bezugsantenne 156
BFH (Bitfehlerhäufigkeit) 301
Bildaflösung 277, 368ff.
Bildbereich 198f., 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
Bildsynchrosignal (B-Sync) 354
Bildträger (BT) 358f.
Bildwechsel 366
Bild-ZF 363
Bild-ZF-Teil 363
Binärcode 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
Blockschatzbild 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
 Chromianzteil 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
dBi 156
dBm 30
dBV 30
dBW 30
dB μ V 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
Dienstebene 404
Dienste-Integration 405
Dienstenutzer (service user) 117
Dienstwechsel 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
 Draillänge 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 (Datenertragungseinrichtung) 427
 Dunkelstrom 197
 Duplexbetrieb 480, 490
 Durchgangsdämpfung 453
 Durchgangs-Vermittlungsstelle (DVSt) 407
 Durchschaltevermittlung 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
Ekklipseschutz 482
Elektrete 191
elektromagnetische Beeinflussbarkeit (EMB) 130
elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 454
Elektronenstrahlablenkung 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 Européen des
Administrations des Postes et des Télécommunication
[CEPT]) 82
Expander 403

F

Fading 346
Faktor 28
Faltdipol 159
Faltungscode 279, 373
Faltungscodierung (convolution coding) 278, 344
Faradeyscher Käfig 131
Farbart 356
Farbartsignal (F-Signal) 358
Farbartzeiger 360, 364
Farbaulösung 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
Farübertragung 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
Feldstärkekompone 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
Flankendiskriminat 238
Flimmereffekt 352
Floreszenz 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
Gesamtsignal 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
 Grundschwingung 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-Stereofonie 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 (IWF) 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-Emitter-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 131*f.*
 - 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 195*f.*
 - Ladungsspeicher 198
 - Lageenergie (potentielle Energie) 71
 - Lagekorrektur 482*f.*
 - 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
Leseeinrichtung 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
 Multimediadienst 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-Datennetze (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
- zellulares 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
 Ortsnetzkennzahl (ONKz) 409
 Ortsvermittlungsstelle (OVSt) 409
 OSI (open systems interconnection) 97
 Oszillator 331
 - spannungsgesteuerter (voltage controlled oscillator (VCO)) 239
 Oszillatorkreis 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 präzisiertes 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
Pulscodemodulation (PCM) 250
Pulsdauer 246
Pulsdauermodulation (PDM) 249
Pulsfolgefrequenz 492

Pulsfrequenz 246
Pulsfrequenzmodulation (PFM) 248
Pulslängenmodulation 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
Quartärgruppen (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

S_0 -Bus 411
 S_0 -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
Schrägpuraufzeichnung 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
Sicherung 97
Sicherungsprotokoll 100
Sicherungsschicht (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 198f.
 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 (synchrone Transportsignal) 433
Stoppsignal 95
Störabstand (signal-to-noise ratio (SNR)) 31, 104, 300, 453
Stör-AM 239
Störbeeinflussung 244, 246
store and forward 93
Störempfänger 129
Störempfindlichkeit 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-Anschluseinheit (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-Anschlussseinheit (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 225f.
- 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 (Monofonie) 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
Umsetzyklus 203
Umtastung (shift keying) 240
UMTS-Funkvermittlungsstelle (radio node controller (RNC)) 421
UMTS radio access network (UTRAN) 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

Vakuumröhre 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
Verbindungsauflauf 395
Verbindungsstelle 180
Verdeckungseffekt 340
Verdrillung 169
Verfahren 187, 274
- nicht reversibel 187
- reversibel 187
- verlustfrei 274
Vergleicherschaltung 249
Vergleichsantenne 494
Vergleichsspannung 203
Verhalten, quasioptisch 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 156f.
 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
 Voll duplexbetrieb 93
 Vollvermaschung 121
 Vollwellendipol 154
 Volt 25
 Voreinflugzeichen 496
 Vorgruppe (VG) 288
 Vorhersagen (prediction) 274
 Vorhersagewert 253
 Vor-Rück-Verhältnis (VRV) 157
 Vorstufenmodulation 328
 Vortabant 355
 Vorverstärker, rauscharm (low noise amplifier (LNA)) 480
 Vorwahlnummer 422
 Vorwärtskanal (Hinkanal), forward channel 444
 Vorwärtsregelung 333
 V-Signal 358
- W**
- Wägeverfahren 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 68f.
Wertebereich 35, 245
Werteintervall 251
Wertequantisierung 250f.
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) 287
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