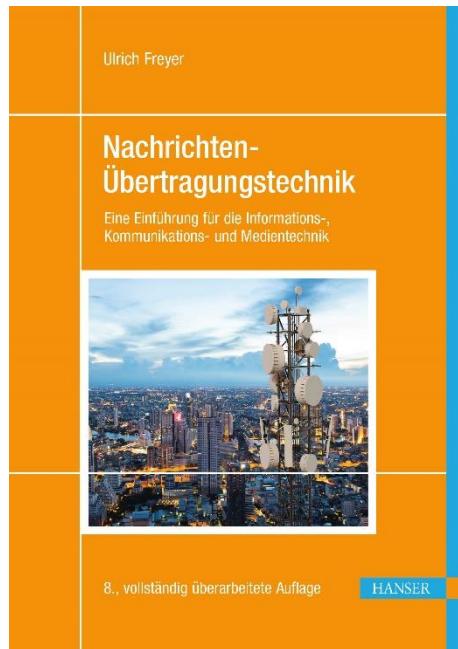


HANSER



Leseprobe

zu

Nachrichten-Übertragungstechnik

von Ulrich Freyer

Print-ISBN: 978-3-446-47584-7

E-Book-ISBN: 978-3-446-47889-3

Weitere Informationen und Bestellungen unter
<https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446475847>
sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Vorwort

Die Informations-, Kommunikations- und Medientechnik hat sich in den letzten Jahren stetig weiterentwickelt. Es handelt sich dabei um eine konsequente Evolution bei den Verfahren, den Technologien, der Frequenznutzung und dem Software-Einsatz. Daraus resultieren höherwertigere kennzeichnende Merkmale für die meisten Systeme und Anwendungen.

Inzwischen ist auch der Übergang von der analogen in die digitale Welt fast vollständig abgeschlossen, was eine erhebliche Steigerung der Leistungsfähigkeit für die Nachrichten-Übertragungstechnik bedeutet. Deshalb lässt sich eine große Zahl neuer Dienste realisieren. Das gilt für alle Übertragungsmedien.

Während früher die Frequenz-Bandbreite das Maß aller Dinge war, ist es nun die üblicherweise als Datenrate oder Bitrate bezeichnete Datenübertragungsgeschwindigkeit. Neben dieser spielen zunehmend auch die Laufzeiten der Signale eine wichtige Rolle, weil sie deren verzögerte Übertragung bewirken und damit Echtzeitübertragung verhindern.

Ein großer Teil der Übertragung von Signalen in der Informations-, Kommunikations- und Medientechnik erfolgt auf Basis des Internet-Protokolls (IP). Dieses international vereinbarte Regelwerk wurde zwar primär für das Internet entwickelt, hat sich aber inzwischen auf allen Ebenen der digitalen Welt etabliert.

In dieser neuen Auflage der „Nachrichten-Übertragungstechnik“ wurde das seit Jahren bewährte Konzept der inhaltlichen Strukturierung beibehalten, jedoch um die aktuellen Entwicklungen in allen Bereichen erweitert. Damit ist der Nutzer des Buches „up to date“ hinsichtlich des fachlichen Wissensstandes.

Die einzelnen Themen der Nachrichten-Übertragungstechnik werden aus physikalischer und mathematischer Sicht betrachtet. Dabei stehen an erster Stelle die Begriffsbestimmungen und die Erklärungen von Funktionen, aber ebenso die technischen Spezifikationen. Tabellen und Bilder bieten außerdem relevante Übersichten, um auf einfache Weise Zusammenhänge erkennen und Vergleiche anstellen zu können.

Auch in dieser Auflage sind die bei der Informations-, Kommunikations- und Medientechnik verwendeten englischen Ausdrücken in eckigen Klammern angegeben, außerdem übliche Kunstworte (Akronyme) und Abkürzungen. Eine hilfreiche Ergänzung zu den Texten, Tabellen und Bildern stellen zahlreiche Beispiele dar. Zu den einzelnen Abschnitten stehen Aufgaben samt Lösungen auf *plus.hanser-fachbuch.de* zur Verfügung. Den Zugangscode finden Sie auf der ersten Seite des Buchs.

Dieses Buch ist für das Studium, aber ebenso zum Lernen, Lesen und Nachschlagen bestens geeignet und stellt deshalb eine sinnvolle Investition dar.

Köln, im Juni 2024

Ulrich Freyer

Inhalt

Vorwort	V
Inhalt	VII
1 Ausgangslage	1
Teil I Grundlagen der Übertragungstechnik	
2 Pegel	7
2.1 Arten	7
2.2 Anwendungen	12
3 Signale und Frequenzen	15
3.1 Zeitfunktion und Frequenzfunktion	15
3.2 Analoge und digitale Signale	20
3.3 Nutzsignale und Störsignale	24
3.4 Signalanalyse und Signalsynthese	30
3.5 Dämpfung und Verstärkung	34
3.6 Kopplungsarten	36
4 Licht und Farbe	39
4.1 Farbspektrum	39
4.2 Farbdarstellung	41
4.3 Anwendungen	43

5	Eintore und Mehrtore	45
5.1	Begriffsbestimmungen	45
5.2	Arten	46
5.3	Kenngrößen	47
5.4	Anwendungen	49
6	Anpassung und Fehlanpassung	51
6.1	Wirkungsmechanismus	51
6.2	Bewertungsgrößen	53
6.3	Rauschanpassung	56
7	Kommunikation	57
7.1	Kommunikationsarten	57
7.2	Kommunikationsverfahren	58
7.3	Übertragungsmodi	60
7.4	Referenzmodell	62
7.5	Kommunikationsstruktur	65
8	Elektromagnetische Wellen	69
8.1	Schwingung und Welle	69
8.2	Elektromagnetisches Feld	74
8.3	Frequenz- und Wellenbereiche	78
8.4	Wellenausbreitung	80
9	Elektromagnetische Verträglichkeit	89
9.1	Begriffsbestimmung	89
9.2	Störstrahlung	90
9.3	Störfestigkeit	91
10	Frequenzmanagement	95
10.1	Frequenzbedarfe	95
10.2	Frequenzzuteilungen	96
10.3	Zuständigkeiten	97
11	Standardisierung	99
11.1	Aufgabenstellung	99
11.2	Varianten der Standards	100
11.3	Zuständigkeiten	101

Teil II Signalübertragung und Signalspeicherung

12 Übertragungskriterien	107
12.1 Übertragungssystem	107
12.2 Übertragungskonzept	108
12.3 Übertragungskanal	110
12.4 Übertragungsparameter	110
13 Netze und Dienste	113
13.1 Funktionskonzepte	113
13.2 Netzarten	116
13.3 Bewertungskriterien von Netzen	118
13.4 Strukturen von Leitungsnetzen	119
13.5 Hybride Leitungsnetze	122
13.6 Passive optische Netze (PON)	123
13.7 Struktur von Funknetzen	126
13.8 Dienste	128
14 Schnittstellen und Protokolle	131
14.1 Grundlagen	131
14.2 Hardware-Schnittstellen	133
14.3 Software-Schnittstellen	139
14.4 Protokolle	140
15 Signalsicherheit	143
15.1 Aufgabenstellung	143
15.2 Zugangsverfahren	144
15.3 Realisierung	147
16 Speicherverfahren	149
16.1 Grundlagen	149
16.2 Magnetische Signalspeicherung	151
16.3 Optische Signalspeicherung	153
16.4 Elektrische Signalspeicherung	157

Teil III Komponenten

17 Verstärker	163
17.1 Funktionsprinzip	163
17.2 Kenngrößen	163
17.3 Arten	165
18 Sender	167
18.1 Funktionsprinzip	167
18.2 Kenngrößen	167
18.3 Arten	168
19 Empfänger	169
19.1 Funktionsprinzip	169
19.2 Kenngrößen	169
19.3 Arten	170
20 Elektrische Leitungen	171
20.1 Grundlagen	171
20.2 Kenngrößen	172
20.3 Arten	175
20.4 Leitung als Übertragungskanal	180
20.5 Leitung als Bauelement	182
21 Optische Leitungen	185
21.1 Grundlagen	185
21.2 Kenngrößen	189
21.3 Arten	191
22 Antennen	195
22.1 Grundlagen	195
22.2 Kenngrößen	196
22.3 Ausführungsformen	203
22.4 Mehr-Antennensysteme	209
23 Umsetzer und Wandler	211
23.1 Analog-Digital-Umsetzer	211
23.2 Digital-Analog-Umsetzer	215
23.3 Optoelektrische Umsetzer	217

23.4	Elektrooptische Umsetzer	222
23.5	Frequenzumsetzer	225
23.6	Umsetzer für LWL-Systeme	226
23.7	Wandler für den Audiobereich	227
23.7.1	Grundlagen	227
23.7.2	Mikrofone als Aufnahmeeinheiten	232
23.7.3	Lautsprecher und Hörer als Wiedergabeeinheiten	237
24	Filter und Weichen	243
24.1	Filter	243
24.2	Weichen	245
25	Koppler	247
25.1	Elektrische Koppler	247
25.2	Optokoppler	248
26	Sensoren	251
27	Netzwerkkomponenten	253
28	Sonstige	257

Teil IV Varianten der Signalaufbereitung

29	Modulation und Demodulation	261
29.1	Analoges Trägersignal/analoges Modulationssignal	263
29.1.1	Amplitudenmodulation (AM)	264
29.1.2	Frequenzmodulation (FM)	273
29.1.3	Phasenmodulation (PM)	279
29.2	Analoges Trägersignal/digitales Modulationssignal	280
29.2.1	Amplitudenumtastung (ASK)	282
29.2.2	Frequenzumtastung (FSK)	282
29.2.3	Phasenumtastung (PSK)	283
29.2.4	Amplituden-Phasen-Umtastung (QAM)	286
29.3	Digitales Trägersignal/analoges Modulationssignal	288
29.3.1	Pulsamplitudenmodulation (PAM)	288
29.3.2	Pulsfrequenzmodulation (PFM)	290

29.3.3 Pulsphasenmodulation (PPM)	290
29.3.4 Pulsdauermodulation (PDM)	291
29.4 Digitale Modulation und Demodulation im Basisband	293
29.4.1 Pulscodemodulation (PCM).....	293
29.4.2 PCM-Varianten	296
29.5 Mehr-Träger-Verfahren OFDM	297
30 Codierung und Decodierung	303
30.1 Grundlagen.....	303
30.2 Leitungscodierung	307
30.3 Quellencodierung	310
30.4 Kanalcodierung.....	319
31 Multiplexierung und Demultiplexierung	325
31.1 Zeitmultiplex (TDM).....	326
31.2 Frequenzmultiplex (FDM).....	328
31.3 Codemultiplex (CDM).....	331
31.4 Raummultiplex (SDM)	332
31.5 Polarisationsmultiplex (PDM)	333
32 Zugriffsverfahren.....	335
32.1 Einzelzugriff.....	335
32.2 Vielfachzugriff.....	337

Teil V Systeme und Anwendungen

33 Hörfunk (Radio)	343
33.1 Analogterrestrischer Hörfunk UKW	344
33.2 Digitaler terrestrischer Hörfunk DAB+	352
33.3 Hörfunk über Kabelnetze	359
33.4 Hörfunk über Satellit	360
33.5 Internetradio	361
33.6 Podcast.....	362
33.7 Audiotheken.....	364

34 Fernsehen (TV)	365
34.1 Grundlagen des digitalen Fernsehens	365
34.2 DVB-Übertragung auf Basis der Broadcast-Standards	372
34.3 DVB-Übertragung auf Basis des Internet-Protokolls (IP)	378
34.4 HbbTV	386
34.5 DVB-I	390
34.6 Mediatheken	393
35 Internet	395
35.1 Funktionskonzept	395
35.2 Organisationsstruktur	399
35.3 Dienste und Anwendungen	400
35.4 Betriebsvarianten	401
36 Mobile Breitbandkommunikation (Mobilfunk)	405
36.1 Funktionskonzept	405
36.2 Entwicklung der Leistungsmerkmale	407
36.3 Standardisierung durch 3GPP	408
36.4 Netzarchitekturen und Betrieb	409
36.5 Perspektive 6G	417
37 Stationäre Breitbandkommunikation	419
37.1 Netzebenen und Leitungstechnologien	419
37.2 Breitbandkommunikation über das Telefonnetz	420
37.3 Breitbandkommunikation über Breitbandkabelnetze	423
37.4 Breitbandkommunikation über Glasfasernetze	426
38 Lokale Datenkommunikation	429
38.1 LAN	429
38.2 WLAN	433
38.3 Bluetooth	438
38.4 DECT	439
39 Telefonie	441
39.1 Stationäre Telefonie	441
39.2 Mobile Telefonie	445
39.3 Kabeltelefonie	445
39.4 Satellitentelefonie	446

40 Satellitenkommunikation	447
40.1 Funktionsprinzip	447
40.2 Übertragungssystem	449
40.3 Kenngrößen	452
40.4 Anwendungen	454
41 Smart Home	457
41.1 Zielvorstellung	457
41.2 Heimvernetzung	459
41.3 Anwendungen	463
42 Ortung und Navigation	465
42.1 Funktionsprinzip	465
42.2 Systeme und Kenngrößen	467
43 Weitere Systeme und Anwendungen	475
43.1 Elektronischer Geldverkehr	475
43.2 Elektronische Verwaltung	476
43.3 Elektronisches Gesundheitswesen	478
44 Perspektiven	481
Literatur	483
Index	485

1

Ausgangslage

Die Nachrichten-Übertragungstechnik nutzt elektrische, optische und magnetische Größen für die Übertragung, Bearbeitung (z.B. Wandlung) und Speicherung von Informationen. Diese beschreiben einerseits die Inhalte der damit verbundenen Nachrichten, während sie andererseits durch physikalische Größen als Signale repräsentiert werden, die als Transportmittel für die Informationen dienen (Bild 1.1). Als Beispiel sei eine gesprochene Information betrachtet. Bei ihr ist die Nachricht ein Schalldrucksignal.

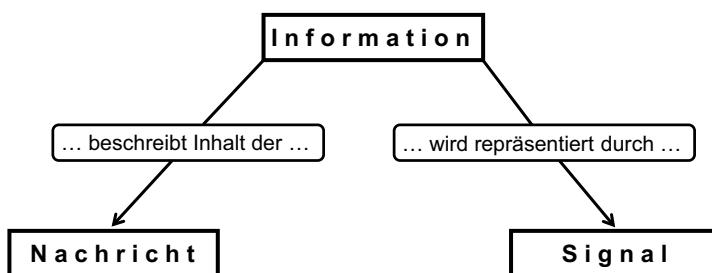


Bild 1.1 Grundbegriffe der Medientechnik



Informationen beschreiben den Inhalt von Nachrichten und werden durch physikalische Größen als Signale repräsentiert.

Der Austausch von Informationen zwischen zwei und mehr Stellen wird als Kommunikation bezeichnet. Dabei muss für jedes Signal der Informationsgehalt bekannt sein, um die Eindeutigkeit der Kommunikation zu gewährleisten. Deshalb ist es zum Beispiel bei gesprochenen Informationen erforderlich, dass die angesprochene Person die verwendete Sprache beherrscht.



Kommunikation ist der Austausch von Informationen mithilfe von Signalen.

In den meisten Fällen sollen Informationen als Nachrichten über unterschiedliche Entfernungen übertragen werden. Daraus erklärt sich die Bezeichnung Telekommunikation (Tk oder auch TK). Die Vorsilbe „tele“ stammt aus der griechischen Sprache und steht für das Wort „fern“.



Telekommunikation = technische Kommunikation über beliebige Entfernungen

Bei den Informationen lassen sich bezogen auf ihre Wahrnehmbarkeit folgende Arten unterscheiden (Bild 1.2):

- **Audio [audio]**, auch als Ton [sound] bezeichnet, umfasst alle mit dem Gehör wahrnehmbaren akustischen Signale. Dazu gehören Sprache, Musik, Geräusche und alle sonstigen Höreindrücke.
- **Video [video]**, auch als Bild [vision] bezeichnet, umfasst alle mit dem Auge wahrnehmbaren optischen Signale. Dazu gehören Bilder, Grafiken, Texte und alle sonstigen Seheindrücke. Die Bilder können feststehend oder bewegt sein, wobei schwarz-weiße oder farbige Darstellung möglich ist.
- **Daten [data]** sind alle Informationen, die weder mit dem Gehör noch mit dem Auge unmittelbar wahrgenommen werden können. In der Regel handelt es sich um zweiwertige Signale.

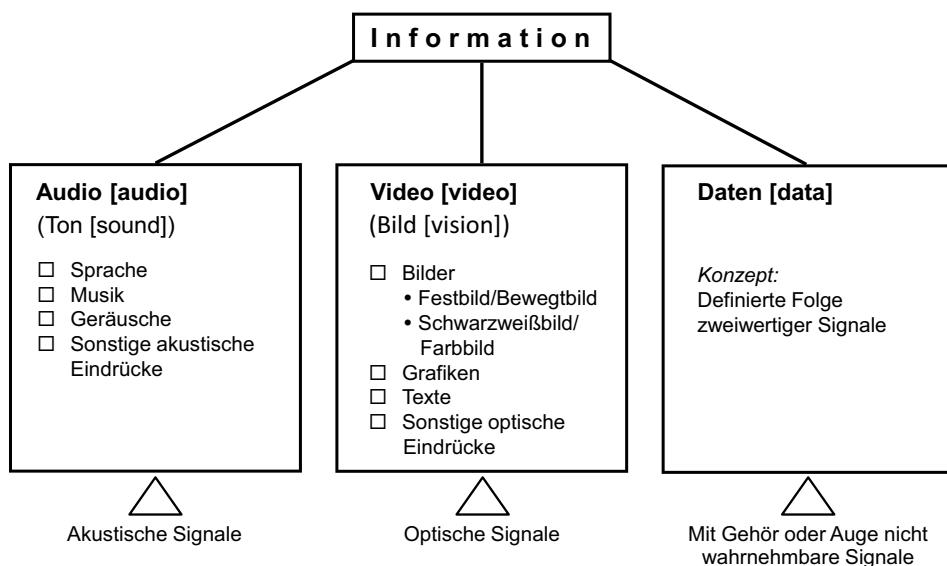


Bild 1.2 Arten der Information

Bei jeder technischen Kommunikation sind Menschen und/oder technische Einrichtungen beteiligt. Dafür gelten üblicherweise folgende Bezeichnungen:

- Mensch → Nutzer [user] oder Teilnehmer (Tln)
- Technische Einrichtung → Maschine

Es lassen sich deshalb folgende Konstellationen unterscheiden:

- **Mensch-Mensch-Kommunikation**

Informationsübertragung von Mensch zu Mensch mithilfe einer technischen Einrichtung.

Beispiel: Telefongespräch

- **Mensch-Maschine-Kommunikation**

Eingabe von Informationen durch einen Menschen in eine technische Einrichtung und Ausgabe von Informationen durch eine technische Einrichtung.

Beispiel: Informationssuche im Internet mithilfe eines Notebooks

- **Maschine-Mensch-Kommunikation**

Eingabe von Informationen durch eine technische Einrichtung und Ausgabe von Informationen an einen Menschen durch eine technische Einrichtung.

Beispiel: elektronischer Programmführer bei TV-Geräten

- **Maschine-Maschine-Kommunikation (M2M)**

Informationsübertragung zwischen technischen Einrichtungen ohne Beteiligung von Menschen.

Beispiel: Computernetze

Die vorstehend aufgezeigte Kommunikation erfolgt entweder **unidirektional** (also einseitig gerichtet von einer Stelle zu einer oder mehreren anderen Stellen) oder **bidiirektional** (also gleichzeitig oder wechselweise in beiden Richtungen zwischen zwei Stellen). Die sendende Stelle wird als **Quelle Q [source]** bezeichnet, bei der empfangenden Stelle ist es **Senke S [sink]**.

Bei der Übertragung von Daten haben sich auch die Begriffe Server und Client eingebürgert. Der **Server** ist als technische Dienstleistungseinrichtung zu verstehen, die Informationen bereitstellt, während der **Client** (= Nutzer) als technische Einrichtung die von einem Server bereitgestellten Informationen aufnimmt und nutzt.



Bei der im Rahmen der Kommunikation erforderlichen Übertragung von Signalen sollen diese möglichst unverändert bleiben.

I

Grundlagen der

Übertragungs-

technik

2

Pegel

Physikalische Größen können unterschiedliche Werte aufweisen, von sehr klein bis sehr groß. Häufig ist dabei nicht der absolute Wert einer Größe von Interesse, sondern das Verhältnis von zwei gleichartigen Größen oder der Bezug auf einen Referenzwert. Das führt zu einem dimensionslosen Ausdruck, der allerdings vielstellig sein kann. Um dieses zu vermeiden, wird für das Größenverhältnis der dekadische Logarithmus (\lg) verwendet. Dafür gilt die Bezeichnung **Pegel** [*level*] und der Großbuchstabe L als Formelzeichen.



Der **Pegel L** ist das logarithmierte Verhältnis von zwei gleichartigen physikalischen Größen.

2.1 Arten

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.

Bei Systemen mit Glasfaserleitungen treten funktionsbedingt nur optische Größen auf, von denen aus messtechnischen Gründen nur die Leistung von Bedeutung ist. Es besteht deshalb stets der Bedarf, zwischen der **elektrischen Leistung P_{el}** und der **optischen Leistung P_{opt}** zu unterscheiden.

Physikalische Größen, die der elektrischen Wirkleistung proportional sind, werden als **Leistungsgrößen** bezeichnet. Dazu gehören:

- Energie, Arbeit P (Einheit: J)
- Leistungs(fluss)dichte P/A (Einheit: W/m²)
- Energiedichte W/A (Einheit: J/m²)

Beschreiben physikalische Größen den Zustand eines elektrischen, magnetischen oder sonstigen Feldes, dann liegen **Feldgrößen** vor. Dazu gehören:

- 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)

Da Pegelangaben per Definition keine Dimension aufweisen, wurde die Pseudoeinheit Bel (B) als Kennzeichnung festgelegt. In der Praxis hat sich allerdings **Dezibel (dB)** durchgesetzt, also das Zehntel-Bel, weil damit auch große Wertverhältnisse mit überschaubaren Zahlen angegeben werden können. Es gilt:

$$1 \text{ dB} = \frac{1}{10} \text{ B} \Leftrightarrow 1 \text{ B} = 10 \text{ dB} \quad (2.1)$$

Der Leistungspegel weist damit folgende Form auf:

$$L_P = 10 \cdot \lg \frac{P_a}{P_b} \text{ dB} \quad (2.2)$$

Mithilfe der Leistungsformel $P = U^2/R$ ergibt sich unter der Voraussetzung $R_a = R_b = R$ für den Spannungspegel folgende Form:

$$L_U = 20 \cdot \lg \frac{U_a}{U_b} \text{ dB} \quad (2.3)$$



Angaben in Dezibel (dB) ermöglichen die Erfassung beliebiger Wertverhältnisse physikalischer Größen mit überschaubaren Zahlen (Bild 2.1).

Durch Entlogarithmieren kann von jedem Pegelwert das Verhältnis der Leistungen und Spannungen einfach ermittelt werden. Grundsätzlich gilt:

$$y = \lg x \leftrightarrow x = 10 \cdot y \quad (2.4)$$

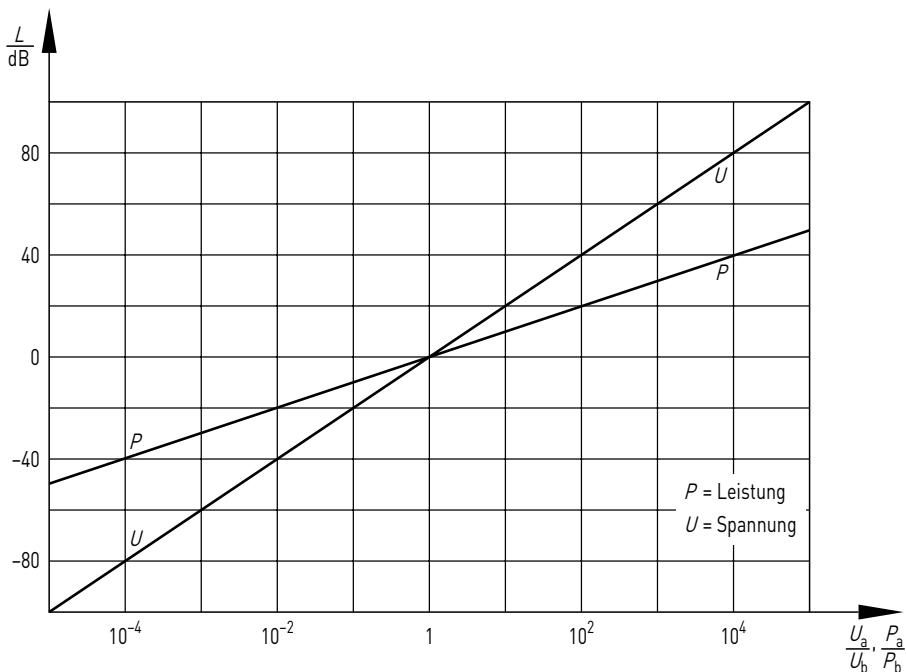


Bild 2.1 Pegel für Leistung und Spannung

Daraus folgt:

$$\frac{P_a}{P_b} = 10^{\frac{L_p}{10 \text{ dB}}} \quad (2.5)$$

$$\frac{U_a}{U_b} = 10^{\frac{L_u}{20 \text{ dB}}} \quad (2.6)$$

Die bisherigen Betrachtungen der Pegel bezogen sich auf beliebige Stellen in einem Übertragungssystem. In der Praxis ist jedoch der Bezug auf definierte Stellen typisch. Dazu zählen die Eingänge und Ausgänge von Geräten, Baugruppen und sonstigen Funktionseinheiten. Der Eingang wird dabei durch den Index 1 und der Ausgang durch den Index 2 gekennzeichnet. Es handelt sich dann um **relative Pegel**. Dabei kann der Bezug auf den Eingang (Index 1) oder den Ausgang (Index 2) erfolgen. Es sind deshalb folgende Pegelangaben möglich:

$$L_{P(1/2)} = 10 \cdot \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ dB} \quad (2.7)$$

und

$$L_{P(2/1)} = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ dB} \quad (2.8)$$

Beide Pegelangaben weisen gleiche Zahlenwerte, jedoch unterschiedliche Vorzeichen auf.

$$L_{P(1/2)} = -L_{P(2/1)} \quad (2.9)$$

$$L_{P(2/1)} = -L_{P(1/2)} \quad (2.10)$$

Bisher wurde an allen Stellen der gleiche Widerstandswert vorausgesetzt, was allerdings nicht immer der Fall ist. Liegt für U_1 der Widerstand R_1 vor und für U_2 der Widerstand R_2 , dann lässt sich die Auswirkung der unterschiedlichen Widerstände wie folgt berechnen:

$$L_p = L_U + 10 \cdot \lg \frac{R_2}{R_1} \text{ dB} \quad (2.11)$$

Daraus ergibt sich folgende Erkenntnis: Wenn $R_1 = R_2$, dann $L_p = L_U$.

Bei Pegelangaben können auch festgelegte Werte als Bezugsgrößen verwendet werden. Es handelt sich dann um **absolute Pegel**.

Wird für den allgemeinen Fall für den Bezugswert der Index „abs“ verwendet, dann gelten folgende Beziehungen:

Absoluter Leistungspegel

$$(L_p)_{\text{abs}} = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_{\text{ref}}} \text{ dB} \quad (2.12)$$

Absoluter Spannungspegel

$$(L_U)_{\text{abs}} = 20 \cdot \lg \frac{U}{U_{\text{ref}}} \text{ dB} \quad (2.13)$$

Diese Kennzeichnung kann entfallen, wenn nach dem dB-Zeichen die Einheit der Referenzgröße in Klammern angegeben ist. Von dieser genormten Form wird allerdings häufig abgewichen und ein direktes Anhängsel an das dB-Zeichen verwendet.



Beispiel 2.1

Varianten der Angabe des absoluten Leistungspegels mit 1 W als Referenzwert

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

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

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{P}{1 \text{ W}} \text{ dBW}$$

Index

Symbolle

3D sound 384

3GPP 408

5G 408

6G 417

$\lambda/2$ -Leitung 183

$\lambda/4$ -Leitung 183

A

Ableitung 93

Abrufdienst 129

Abschirmung 91

Abschlussimpedanz 182

Absorption 189

Abstand 12

Abtastfrequenz 33

Abtastintervall 33

Abtasttheorem 33

Abtastung 21, 31

Abwärtskompatibilität 134

Abzisse 12

access network 433

Access Point 433

Achsenversatz 189

Adapter 138

ADC 150

Ader 175

Adressierung 63

ADSL 420

ADU 150

Aktor 462

Akzeptanzkegel 187

Aliasing 33

Allgemeinzuteilung 97

alternative frequencies 350

AMI-(alternate mark inversion)-

Format 308

Amplitude 17

amplitude frequency response 19

Amplitudendemodulation 272

Amplituden-Frequenzgang 19

Amplitudengang 19

Amplitudenmodulation 263, 264

– digitale 282

Amplituden-Phasen-Umtastung 286

Amplitudenumtastung 282

Amplitudenverzerrung 27

amplitude shift keying 282

AM-Signal 264

Analog-Digital-Umsetzer 150, 211

analog-to-digital converter 150, 211

Anpassung (matching) 51

Anpassungsfaktor 54

- Anschalteeinheit 442
Antenne 195
– Impedanz 196
– Ortskurve 196
Antennenanschluss 195
Antennen-Array 210
Antennengewinn 198, 453
Antennenwahlschalter 451
Anti-Aliasing-Filter 33
Anwendungs-Programmierschnittstelle 139
Anwendungsprotokoll 461
Anzeigefunktion 258
API 139
Apogäum 447
application layer 64
application programming interface 139
Applikation 370
Arbeitsgeschwindigkeit 213
Architektur 431
ARQ 378
ASCII 306
asymmetrical digital subscriber line 420
attenuation 34
Audio 2
Audiodcodierung 312
Audio on Demand 361, 364
Audiothek 364
Aufbaustruktur 431
Auflösung 211
Aufnahmeeinheit 232
Aufnahmeröhre 220
Augenempfindlichkeitskurve 42
Ausgangsrahmenbreite 322
Ausgangsspannung 48
Ausgangstrom 48
Ausgangswiderstand 48
Auslesen 150
Ausleuchtzone 449, 453
Aussendung 195
Außeneinheit 454
Außenleiter 178
Außenwiderstand 51
Auswerteelektronik 251
Autorisierungsprüfung 147
Azimut 469
Azimutwinkel 200
- B**
- Backbone (Rückgrat) 121, 402
back-up 459
Bandbreiten-Entfernungs-Produkt 189
Bandbreiten-Längen-Produkt 189
Bändchenmikrofon 234
Bandpass 243
Bandsperre 243
bandwidth 35
base station 406
Basisbandlage 23, 431
Basisbandsignal 23, 261
Basisstation 127, 406
Baumnetz 120
BD 156
Beamforming 412
Beeinflussungslänge 322
Bel 8
Beleuchtungsstärke 218
Benutzergruppe, geschlossene 117
Beobachtungssatellit 454
BER (Bitfehlerquote) 111
– geforderte 111
– vorhandene 111
Bessel-Funktion 275
Betrieb
– bidirektonaler 58
– unidirektonaler 57
Betriebs-Dämpfungs faktor 49
Betriebs-Dämpfungsmaß 50
Betriebssystem 139
Betriebs-Verstärkungsfaktor 49
Betriebs-Verstärkungsmaß 50
Beugung 80, 85
Bewegungsenergie 69
Bewegungsschätzung 316

- Bezahldienst 129
Bezahl-Radio 361
Bezugsantenne 199
Bildauflösung 223
Bildbereich 221
Bildelement 218
Bildqualität 218, 369
Bildröhre 222
Bildsensor 218, 220
– Auflösung 221
Binärcode 304
binary coded decimal 305
binary digit 22
binary phase shift keying 284
Biphase-Format 308
Bi-Phasen-Codierung 348
Bit 22
– höchstwertiges 304
– niedrigstwertiges 304
Bitdauer 22
bit error ratio 111
Bitfehler 320
Bitfehlerquote 111
Bitfehlerrate 281
Bitfolge 22
Bitrate 22
bit/s 22
Blockcodierung 320
block matching 316
Bluetooth 139, 438
blu-ray disc 156
BNetzA 95
Bodenwelle 80
Boltzmann-Konstante 24
Brechungsindex 186
Brechzahl 186
Breitbandantenne 198
Breitbandkommunikation
– mobile 405
– stationäre 419
Breitband-Verstärker 165
Bridge 254
Broadcast 113, 366
Brutto-Datenrate 434
Bundesnetzagentur 95
Burstfehler 320
Busnetz 119
Byte 22
- C**
- CA 144
– externe 147
– integriertes 147
cable 175
CAI 138
CAM 147
Campus-Netz 416
carrier reduction 270
carrier sense multiple access with
 collision detection 336
carrier suppression 270
carrier-to-noise ratio 26
CD 156
cell 115
CEN 102
CENELEC 102
CEPT 80, 97
Chat 401
Chrominanzsignal C 40
CI 147
CICAM 147
CIE (Commission International de
 l’Eclairage) 40
CIE-Farbtafel 40
Client 3, 256
Closed Systems Interconnection 61
closed user group 117
Cloud-Anwendung 459
Cluster 127, 407
coarse WDM 125
Code 304
– alphanumerisch 306
code division multiple access 339
Codemultiplex 331
Codewort 304

- Codierung 293, 303
Commercial Internet Exchange (CIX) 402
common air interface 138
common interface 147
common interface conditional access module 147
common interface plus 147
compact disc 156
Conditional Access 119, 130, 144
conditional access module 147
Container-Konzept 367
Content Aggregator 392
content distribution network 362
Control Word 145
conversion time 213
copy protection 143
crosstalking 28
CSI 61
CSMA/CD 336
cut-off frequency 35
- D**
- DAB 352
– Datendienste 358
– Rahmenstruktur 355
DAB-Frequenzblock 356
DAB-Multiplexsignal 354
DABplus 358
DAC 150
Dämpfung 34, 80
– längenabhängige 110
Dämpfungsbelag 180
Dämpfungsfaktor 34
Dämpfungsmaß 34
Dämpfungsverzerrung 27
Darstellungsprotokoll 65
Darstellungsschicht 64
data link layer 63
data reduction 109
Daten 2
Datenkabel 177
Datenkommunikation, lokal 429
Datenrate 22, 407
Datenreduktion 109
Datenübertragungsgeschwindigkeit 407
DAU 150
Dauerleistung 239
DE-CIX 402
Decoder 303
Decodierung 303
decryption 145
DECT 439
Deemphasis 345
Deltamodulation 297
Demodulation 262
– inkohärente 272
– kohärente 272
Demodulator 262
Demultiplexierung 325
DEMUX 325
DENIC 397
dense WDM 125
descrambling 145
Detektor 251
Deutsche Elektrotechnische Kommission 101
Deutsches Institut für Normung 101
Dezibel 8
Dezimeterwelle 85
Dialog 57
Dienst 128
– freier 129
Diensteanbieter 128
Dienstebene 443
Dienste-integrierende Netze 444
Dienstenutzer 128
Dienstgüte 117, 129
Differenzmethode 311
Differenz-PulscodeModulation 296
Digital-Analog-Umsetzer 150, 215
digital audio broadcast 352
Digital Enhanced Cordless Telecommunications 439

- Digital Living Network Alliance 460
Digitalradio 352
digital subscriber line 420
digital subscriber line access multiplexer 421
digital-to-analog converter 150, 215
digital versatile disc 156
digital video broadcasting 366
DIN-Norm 102
Dioden-Demodulator 273
Dipol 73, 195
– geschlossener 203
– offener 203
– λ - 197
– $\lambda/2$ - 197
Dipolstab 203
Dipolwand 210
Direktempfang 379
Direktor 203
Discrete Multitone Transmission 420
Diskrete Cosinus-Transformation 316
Dispersion 188, 189
distortion 27
distortion attenuation figure 28
distortion factor 28
distribution 59, 113
DKE 101
DLNA 460
DMT 420
Doppelader 175
downlink 360
downloadable CA 148
downscaling 370
Downstream 119
DRAM 159
Dreitor 46
Drillingsantenne 210
DRM 134
DSL 420
DSLAM 421
DSL-Router 421
DSL-Splitter 421
Dual-Slope-Verfahren 214
duct 85
Dunkelstrom 219
Durchgangs-Vermittlungsstelle 444
Durchlassbereich 243
Durchschaltevermittlung 114
DVB 366
DVB-C 374
DVB-C-Radio 360
DVB-I 390
DVB-S 372
DVB-T 374
DVB-T2 375
DVB-Übertragung
– Broadcast 372
– Internet-Protokoll 378
DVD 156
- E**
- Echtzeit 58
EEPROM 159
Effizienz, spektrale 281
E-Government 476
E-Health 478
Eindrahtleitung 175
Einfallsinkel 186
Einflugzeichen 472
Eingangsrahmenbreite 322
Eingangsspannung 48
Eingangsstrom 48
Eingangswiderstand 48, 182
Einleiterkabel 175
Einlesen 150
Ein-Rampen-Umsetzer 214
Einseitenband-Amplitudenmodulation 270
Eintor 46
– aktives 47
– passives 47
Ein-Träger-Verfahren 261
Einzelkanalträger 338
Einzelzugriff 335
Einzelzuteilung 96

- EIRP 453
Eklipseschutz 452
electrically erasable programmable read-only memory 159
Elektret 236
Elektretmikrofon 236
Elektronenstrahlablenkung 223
Elektronenstrahlerzeugung 223
Elektronenstrahlfokussierung 223
Elektrosensibilität 94
Elektrosmog 90
Elementarentscheidung 21
Elementarmagnet 151
Elevation 469
Elevationswinkel 200
E-Mail 400
eMBB 414
embedded CA 147
EMC 89
Empfang 195
– zeitversetzt 379
Empfänger 169
Empfangsanenne 196
Empfangseinrichtung 126
Empfindlichkeit 112, 169, 218, 232, 345
EMV 89
EN 103
Encoder 303
encryption 144
Ende-zu-Ende-Protokoll 141
Ende-zu-Ende-Verschlüsselung 144
Endgerät 57
Energie
– kinetische 69
– potentielle 69
Energietechnik 457
enhanced other networks 351
Entitlement Control Message 145
Entitlement Management Message 145
Entlogarithmieren 8
Entschlüsselung 145
Entwürfelung 145
EOTF 382
EPROM 159
erasable programmable read-only memory 159
Erdefunkstelle 449
Erdnetz 205
Erhebungswinkel 200
Erkundungssatellit 454
error protection 109
Ersatzschaltplan 47
Ethernet 429
ETSI 102
– Standard 103
Europäischer Standard 103
Europäisches Institut für Telekommunikationsstandards 102
Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung 102
Europäisches Komitee für Normung 102
external CA 147
- F
- fading 82
Faltdipol 203
Faltungscode 321
Faltungscodierung 320
Faraday'scher Käfig 92
Farbart 39
Farbdifferenzsignal 42, 314
Farbe 39
Farbfilter 219
Farbkreis 41
Farbmischung, additive 41, 222
Farbräume 381
Farbsättigung 39
Farbspektrum 39
Farbton 39
Farbzeiger 41
fast information channel 354
feedback 36
Fehlanpassung (mismatching) 51
Fehlerschutz 109, 154, 319
Fehlwinkel 189

- Feld
 - elektrisch 69
 - elektromagnetische 126
 - elektromagnetisches 74, 89
 - magnetisch 70
- Feldgröße 8
- Feldkonstante
 - elektrische 76
 - magnetische 76
- Feldstärke
 - magnetisch 69
 - magnetische 75
- Feldwellenwiderstand 76
- FeMBMS 414
- Ferneinstellung 462
- Fernempfangszone 82
- Fernfeld 75
- Fernmeldenetz 441
- Fernnetzebene 444
- Fernsehen 365
- Fernsteuerung 458, 459
- Fernüberwachung 459
- Fernvermittlungsstelle 444
- Ferritantenne 206
- Ferritstab 206
- Festkörperspeicher 157
- Festnetz 118
- Festzielunterdrückung 470
- fiber to the home 359
- fibre to the building 122
- fibre to the curb 122
- fibre to the device 123
- fibre to the home 122
- figure 12
- file transfer protocol 398
- Filter 243
- Firewall 402
- Flachantenne 208
- Flachbildschirm 222
 - OLED 224
- Flachkabel 178
- Flankendiskriminator 278
- Flankensteilheit 243
- flash converter 214
- Flash-Speicher 158
- footprint 449
- Forum 401
- forward channel 119
- Fotodiode 188
- Fotoeffekt 218
- Fotokatode 220
- Fotozelle 217
- Fourier-Analyse 30
- Fourier-Koeffizient 30
- Fourier-Reihe 30
- Fourier-Synthese 30
- FR1 411
- FR2 411
- frame 115
- Frame-Transfer 221
- free services 130
- Freiraum-Dämpfungsmaß 86
- Freiraum-Feldwellenwiderstand 76
- frequency division multiple access 338
- Frequenzbedarf 95
- Frequenzdemodulation 278
- Frequenzfunktion 18
- Frequenzgang 233, 238
- Frequenzhub 274
- Frequenz-Interleaving 324
- Frequenz, kritische 180
- Frequenzmanagement 95
- Frequenzmodulation 263, 273
 - digitale 282
 - Frequenzmultiplex 328
 - orthogonaler 298
- Frequenzplan 95
- Frequenzteilung 225
- Frequenzumsetzer 225
- Frequenzumtastung 282
- Frequenzverdoppelung 225
- Frequenzverordnung 95
- Frequenzvervielfachung 225
- Frequenzzuteilung 96
- Fresnel-Zone 85
- Frontend 376

- FTP 398
FTTD 123
FTTX 123
full scale 211
Funkdienst
– primärer 96
– sekundärer 96
Funkempfänger 170
Funkmesstechnik 465
Funknavigation 465
Funknetz, zellulares 127
Funkortung 465
Funkschnittstelle 138
Funksender 168
Funkverbindung 167
Funkzelle 127, 405
Gleichwellennetz 301
Gleitwegsender 472
global area network 116
Global Positioning System 474
global system mobile 445
GMS-Standard 445
GPON 124
Gradientenindex 191
Gradientenprofil-LWL 191
Grenzfläche 186
Grenzfrequenz 35, 249
– obere 35
– untere 35
Größtwert 15
Grundfarben 41
Gütemaß 453

G

- gain 34
Galileo 474
GAN 116
Gauß-Kanal 375
GBG 117
Gbit 22
Gbit/s 22
GByte 22
Gegenbetrieb 58
Gegenkopplung 37
Gegenphasigkeit 36
Gegentakt-Diodenmodulator 289
Geldverkehr, elektronischer 475
Gemeinschaftskommunikation 59
Generatorpolynom 322
Geräuschabstand 27
Gf-LWL 193
Gigabit 22
Gigahertz 20
Glasfaserleitung 185, 192
Glasfaser-Lichtwellenleiter 193
Glasfasernetz 426
Gleichfeld 89
Gleichlauf 60
Gleichphasigkeit 36

H

- Halbduplexbetrieb 57
Halbleiterspeicher 157
– flüchtiger 158
– nicht-flüchtiger 158
Halbwellendipol 197
Halte-Schaltung 31
Handschlagverfahren 133
handshake procedure 133
Hardware-Schnittstelle 132, 133
Harmonische 31
Hauptkeule 200
Hausverteilanlage 123
HbbTV 386
HDB-3-Format 309
HDCP 134
HDMI 134
– Kabel 136
HDR 382
– Varianten 384
HE AAC+ 358
header 115, 429
Heimnetz 460
Heimvernetzung 458, 459
Helligkeit 39
HFC-Netz 122

HF-Verstärker 165
high-definition multimedia interface 134
high dynamic range 382
High Frame Rate 384
Hinleiter 171
HLG 384
Hochfrequenz-Verstärker 165
Hochpass 243
Hochskalieren 369
Höchstfrequenz-Verstärker 165
Höhenmess-Radar 469
Hohlleiter 179
hold circuit 31
Höreindruck 346
Hörer 227, 237
– elektrodynamischer 240
– elektrostatischer 241
– geschlossener 240
– halboffener 240
– offener 240
– piezoelektrischer 240
Hörfunk 343
– analog terrestrisch 344
– digital terrestrisch 352
Horizontal-Richtcharakteristik 200
Hörschall 227
Hörschwelle 229
hot plugging 138
HPHT 415
HTTP 398
HTTPS 398
Hub 254, 425, 431
Hüllkurve 265
Hüllkurvendetektor 273
HW-Schnittstelle 132, 133
hybrid fibre coax 122
Hyperbelverfahren 473
Hyperlink 401
hypertext markup language 398
hypertext transfer protocol 398
hypertext transfer protocol secure 398

I

IAB 399
IANA 399
IDTV 377
IEC 102
IESG 399
IETF 399
IFTTT 462
Impulsfolge 17
IMUX (input multiplexer) 451
Individualkommunikation 59
indoor reception 356
Induktionsprinzip 206, 231
Induktivitätsbelag 173
Industriestandard 101
Information 1
Informationsträger, portabler 149
Infrarot (IR)-Strahlung 39
Infraschall 227
In-Haus-Empfang 356
INIC 399
Innenleiter 178
Innenwiderstand 47
Inphase-Komponente 272, 286
Instrumenten-Landesystem 471
integrated digital television 377
interconnected networks 395
interface 131
Interferenz 80
Interferenzzone 82
Interleaving 323
Interline-Transfer 221
Intermodulationsprodukt 164
Internationale Elektrotechnische Kommission 102
Internationale Feldmeldeunion 97
Internationale Fernmeldeunion 102
Internationale Organisation für Standardisierung 102
International Telecommunication Union 97
Internet 395
Internet Exchange Point (IXP) 402

- Internet Network Information Center (INIC) 397
internet of things 415
internet protocol 395
Internetradio 361
Internettelefonie 445
Intersymbol-Interferenz 299
Intersymbolstörung 309
Intranet 401
inverse standing wave ratio 53
Inversionsschicht 85
Ionosphäre 80
Ionosphärenschicht 80
IP 395
IP-Adresse 395, 396
IP-basiert 408
IP over DAB 358
IP-Telefonie 398, 445
IPTV 380
IPv4-Adresse 396
IPv6-Adresse 397
Irrelevanz 311
Irrelevanzreduktion 109
ISM-Band 139
ISO 102
ISOC 399
Isolationsspannung 249
Isolationswiderstand 249
ITU 97, 102
- J**
- Jitter 29, 253
- K**
- Kabel 175
Kabelnetz 359
Kabelradio 360
Kabeltelefonie 445
Kabelverzweiger 122
Kanalcodierung 319, 368
Kanalkapazität 110
Kanalraster 344
Kanaltrennung 28
Kapazitätsbelag 174
Kapazitätsdiode 277
Kapazitätsveränderung 231
kbit 22
kbit/s 22
KByte 22
Kehrlage 266
Kennlinie, quadratische 267
Kern-Mantel-Grenzfläche 187
Kernmaterial 187
Kilobit 22
Kilohertz (kHz) 20
Kippwinkel 189
Kleinwert 15
Klirrdämpfungsmaß 28
Klirrfaktor 28
Koaxialkabel 178
Kommunikation 1, 57
– bidirektional 3
– unidirektional 3
Kommunikationsschicht 64
Kommunikationssteuerungsprotokoll 65
Kommunikationssystem, offenes 62
Kompatibilität 346
Kondensatormikrofon 236
Konstantspannungsquelle 47
Konstantstromquelle 47
Konstellationsdiagramm 284
Kontrastumfang 383
Konverter, rauscharm 454
Kopfteil 115, 429
Kopierschutz 134, 143
Ko-Positionierung 452
Koppelfeld 114, 442
Koppler 247
– elektrische 247
– induktive 247
– kapazitive 248
Kopplungsverlust 190
Kreisfrequenz 17

Kreis, magnetischer 231
Kreuzdipol 203
Kristallmikrofon 237
Kugelkoordinaten 74, 76
Kugelstrahler 77, 198
Kurzschluss 48
Kurzschluss-Eingangswiderstand 182
Kurzschlussstrom 47
Kurzwellen 83

L

Lageenergie 69
LAN 116, 429
– Adresse 429
Landekurssender 472
Längsparitätsprüfung 321
Längsspuraufzeichnung 152
Längstwellen 83
Langwellen 83
Laserdiode 188
Latenz 253
Laufzeit 253
Laufzeitverzerrung 27
Lautsprecher 227, 237
– elektrodynamischer 239
– elektrostatischer 239
– piezoelektrischer 240
layer 61
LCD-Technologie 223
least significant bit 304
Leerlauf 48
Leerlauf-Eingangswiderstand 182
Leerlaufspannung 47
Leistung
– elektrische 7
– optische 7
Leistungsanpassung 52
Leistungsflussdichte 77, 453
Leistungsgröße 8
Leistungspegel 8
– absoluter 10
Leistungs-Verstärker 165
Leitfähigkeit, optische 186

Leitung
– einadrige 175
– elektrische 118, 171
– homogene 173
– optische 119, 185
– verlustfreie 174
– zweiadrig 175
Leitungsabschlusseinheit 123
Leitungscodierung 307
Leitungsempfänger 170
Leitungsgleichung 174
Leitungskonstante 173
Leitungssender 168
Leitungstechnologie 419
Leitungsverbindung 167
Leitungsvermittlung 114
Leitwertbelag 174
Letzte Meile 402
Leuchtstoffanregung 223
level 7
Licht
– einwelliges 188
– monochromatisches 188
– sichtbares 39
Lichtgeschwindigkeit 71, 171
Lichtstrom 218
Lichtwellenleiter 185
linear distortion 27
Linearitätsfehler 212
line switching 114
Livestream 364, 394
local area network 116, 429
long term evolution 408
Löschkopf 151
LPLT 415
LTE 408
LUF 84
Luftschall 227
Luftschnittstelle 138
Luftspalt 151
Luftspaltbreite 152
Luminanz 39
Luminanzsignal Y 40, 42
LWL 185

M

M2M 3
MAC-Adresse 253
machine to machine 415
Magnetkopf 151
main service channel 354
MAN 116
Manchester-Format 308
Mantelmaterial 187
Mark 307
Maschennetz 120
Maschine-Maschine-Kommunikation 3
Maschine-Mensch-Kommunikation 3
Maß 12
Massiv-MIMO 413
Master-Slave-Konzept 439
Maximalwert (Größtwert) 17
Maxwell'sche Gleichungen 74
Mbit 22
Mbit/s 22
MByte 22
Mediathek 393
Megabit 22
Megahertz (MHz) 20
Mehr-Antennensystem 209
Mehr-Dienste-Fähigkeit 142
Mehrebenen-Antenne 209
Mehr Fachreflexion 83
Mehr fachzugriff 326
Mehr frequenznetz 301
Mehr kanalträger 338
Mehr leiterkabel 177
Mehr moden-LWL 191
Mehr tor 46, 245
Mehr Träger-Verfahren 262, 297
memory stick 158
Mensch-Maschine-Kommunikation 3
Mensch-Mensch-Kommunikation 3
Mesh-WLAN 437
Meterwellen 84
metropolitan area network 116

Mikrofon 227, 232
– elektromagnetisches 237
Mikrowellen-Landesystem 472
Millimeterwelle 86
MIME 399
MIMO 434
– multi user 436
– single user 436
Mithörschwelle 312
Mitkopplung 36
Mittelwellen 83
mMTC 414
mobile payment 476
Mobilfunk 405
Mobilfunknetz 405
Mobilnetz 118
Mobilstation 127, 406
Modem 433
Moden 179
Modendispersion 188
Modulation 261
Modulationsgrad 264
Modulationssignal 261, 263
– analog 288
– digital 280
Modulationsverfahren 262
– höherwertiges 281
Modulator 261
Mono 346
Monoempfänger 347
Monofonie 346
Monomode-LWL 191
Monomode-Stufenprofil-LWL 191
Monopol 204
most significant bit 304
M-Payment 476
MPEG-1 Layer 1 313
MPEG-1 Layer 2 313
MPEG-1 Layer 3 313
MPEG-2 314
MPEG-4 318
MPEG-4 AAC 313

- MPEG-Videocodierung 316
MTI-Verfahren 470
MUF 84
multi carrier system 262
Multicast 113
Multimode-Gradientenprofil-LWL 191
Multimode-LWL 191
Multimode-Stufenprofil-LWL 191
multiple access 111
multiplex configuration information 354
Multiplexierung 325
Multiplexsignal 325
multipurpose internet mail extension 399
MU-MIMO 436
MUSICAM 313, 353
Musikleistung 239
MUX 325
- N**
- NA 187
Nachricht 1
Nachrichtenmenge 108
Nachrichtenquader 108
Nachrichtentechnik 457
Nahempfangszone 81
Nahfeld 75
Navigationssatellit 454
Nebenkeule 200
Nebensprechen 28
Nebenzipfel 200
negative feedback 37
Nennimpedanz 239
Nennleistung 239
Netto-Datenrate 434
network 59
network administration 141
network maintenance 141
network nod 441
network operation 141
network operator 118
- Network Slicing 416
network termination 421
Netz 59
– diensteintegrierendes 116
– dienstespezifisches 116
– funkgestützt 118
– leitungsgebunden 118
– öffentliches 117
– passives optisches 123
– privates 117
– zellulares 406
Netzabschluss 421
Netzabschlusseinheit 123
Netzbetreiber 118
Netzebene 419
Netzfreischaltung 94
Netzhierarchie 121
Netzknoten 399, 441
Netzkonfiguration 141
Netzsegment 402
Netztopologie 119
Netzverwaltung 141
Netzwartung 141
Netzwerkkomponente 253
Netzwerkname 436
Newsgroup 401
Next Generation Audio 384
Next Generation Network 481
NF-Verstärker 165
Niederfrequenz-Verstärker 165
Niedrig-Energie-Modus 139
nit 383
noise 24
noise figure 26
noise matching 56
nonlinear distortion 27
non programme associated data 354
non-volatile semiconductor memory 158
NRZ-AMI-Format 308
NRZ-Format 307
Nullmeridian 448
Numerische Apertur 187

- Nur-Lese-Speicher 156
Nutzer 128
Nutzer-Schnittstelle 132
Nutzinformation 141
Nutzlast 115
Nutzsignal 24
Nutzungsfreundlichkeit 130
Nutzungsinformation 148
- O**
- Oberschwingung 28, 31
Oberwellenfilter 184
object ID 403
Objektkennung 403
OETF 382
Offline 58
Offline-Betrieb 149
Öffnungswinkel 201
Offset-Antenne 207
Offsetfehler 212
OMUX (output multiplexe)r 451
Online 58
Online-Banking 476
Open Systems Interconnection 61
operating system 139
optical line terminal 123
optical network terminal 123
optical network unit 123
Optisch dichtes Medium 186
Optisch dünnes Medium 186
Optokoppler 248
Orbit 447
– Varianten 448
Ordinate 12
orthogonal frequency division
 multiplex 298
Ortsnetzebene 444
Ortsvermittlungsstelle 444
OS 139
OSI 61
OSI-Referenzmodell 62, 396
Oszillator
– spannungsgesteuert 278
- OTT 380
Overlay 403
Overlay-Netz 121
oversampling 33
- P**
- P2MP 113
P2P 113
packet 115, 429
packet switching 115
Paket 115, 429
Paketvermittlung 115
PAM-Signal
– bipolares 289
– unipolares 289
PAN 116
Parabolantenne 207
– Offset- 207
– zentralgespeiste 207
Parabolspiegel 207
Parallel-Resonanzkreis 69
Parallelumsetzer 214
passive optical network 123
pay load 115
pay services 130
Peering 402
Peer-to-Peer-Architekturen 403
Pegel 7
– absoluter 10
– relativer 9
Pegelplan 12
Peilantenne 206
Perigäum 447
Periodendauer 17
Permeabilitätszahl 171
Permittivitätszahl 171, 179
personal area network 116
personal identification number 145
phase frequency response 19
phase-locked loop 278
Phasenbelag 180
Phasendemodulation 280
Phasen-Frequenzgang 19

- Phasengang 19
Phasenmaß 180
Phasenmodulation 263, 279
Phasenregelkreis 278
Phasenumtastung 283
– asymmetrische 287
– höherwertige 284
– vierwertige 284
– zweiwertige 284
Phasenverschiebungswinkel 17
Phasenverzerrung 27
Phon 229
physical layer 63
Piezoeffekt 232
Pilot 347
Pilotfrequenz 347
PIN 145
Piraterie 144
Pit 153
Pixel 218
Planarantenne 208
Plasma-Technologie 224
Podcast 362
Podcasting 401
Podcatcher-Software 363
POF 185, 193
point-to-multipoint connection 113
point-to-point connection 113
Polarisation 201, 449
polarisation division multiple access 339
Polarisationsentkopplung 202
Polarisationsmultiplex 333
Polarisationsweiche 333
Polymerfaserleitung 185, 193
PON 123
Port 253
positive feedback 36
power flux density 77, 453
Poynting-Vektor 78
Preemphasis 345
presentation layer 64
Primär-Radar 467
private network 117
procedure 141
Produktdetektor 273
Programm 365
programmable read-only memory 159
programme associated data 354
programme identifier 350
programme service name 350
programme type 351
Programmführer, elektronischer 370
PROM 159
protocol 140
protocol stack 142
Protokoll 140
Protokollarchitektur 141
Protokollstapel 142
Prozedur 141
public network 117
Pull-Dienst 129
Puls 17
Pulsamplitudenmodulation 288
Pulsbreitenmodulation 291
Pulscodemodulation 293
– Varianten 296
Pulsdauermodulation 291
Pulsfolgefrequenz 468
Pulsfrequenzmodulation 290
Pulslängenmodulation 291
Pulsmodulation 262
Pulsphasenmodulation 290
Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindung 113
Punkt-zu-Punkt-Verbindung 113
Push-Dienst 129
- Q**
- Quadratur-Amplitudenmodulation 271
quadrature phase shift keying 284
Quadratur-Komponente 272, 286
quality of service 117
Quantisierung
– lineare 295
– nichtlineare 295

- Quelle 51
– belastet 51
Quellencodierung 310, 367
Querparitätsprüfung 321
- R**
- Radar 467
Radio 343
Radio-Daten-System 348
Radiokompass 471
radio link 85
Radio Regulations 97
radio text 351
Rahmen 115
Rahmenantenne 206
RAM 158
random access memory 158
ratio 12
Raumklang 384
Raummultiplex 332
Raumtemperatur 25
Raumwelle 81
Rauschabstand 26
Rauschanpassung 56
Rauschen 24, 56
– farbiges 25
– thermisches 24
– weißes 25
Rauschleistung 24
Rauschmaß 26
Rauschpegel 25
Rauschquelle 24
Rayleigh-Kanal 375
RDS 348
RDS-Coder 349
RDS-Decoder 349
RDS-Funktionen 350
RDS-Standard 349
read-only memory 158
realtime 58
realtime control protocol 398
realtime transfer protocol 398
receiver 169
- Redundanz 304, 311
– psycho-optische 315
– räumliche 314
– statistische 315
– zeitliche 314
Redundanzprüfung 321
Redundanzreduktion 109, 316
reflection coefficient 53
Reflektor 204
Reflexion 80, 84
Reflexionsfaktor 53, 181
Regellage 265
Regenerator 190
Regional-Vermittlungsstelle 444
Release 409
remote control 458
Repeater 253
Requests for Comments (RFC) 399
Restseitenband-Amplitudenmodula-
tion 271
Restträger 270
return channel 119
return loss 53
Reziprozitätsgesetz 196
RGB-Verfahren 41
Rice-Kanal 375
Richtantenne 204
Richtcharakteristik 233, 238
Richtfunkverbindung 85
Richtungsbetrieb 57
Richtungswinkel 200
Ringnetz 120
Ripple 245
ROM 158
Router 255
Routing 61, 63, 395
Routingprotokoll 255
Routing-Prozedur 399
Routingtabelle 255
RTCP 398
RTP 398
Rückflussdämpfung 53
Rückkanal 119, 420
Rückkopplung 36

- Rückleiter 171
Rückwärtsfehlerkorrektur 320
Rumpfteil 115
Rundfunksatellit 454
Rundsicht-Radar 469
Rundumklang 384
Runterskalieren 370
RZ-AMI-Format 308
RZ-Format 307
- S**
- Sägezahnumsetzer 214
sampling 21, 31
Satellit 447
Satellitenempfangsanlage 449
Satellitenradio 360
Satellitentelefonie 446
Schallausbreitung 228
Schalldruck 228
Schallgeschwindigkeit 228
Schallwelle 228
Schalter 254, 257
Schaltfunktion 257
Schicht 61
Schirmdämpfungsmaß 92
Schirmung 91
Schlaglänge 176
Schlüsselwort 144
Schmalband-Verstärker 165
Schnittstelle 131, 461
– funkgestützte 138
– leitungsgebundene 133
– standardisierte 133
Schnittstellenbedingung 61
Schnittstellenbeschreibung 131
Schrägspuraufzeichnung 152
Schreib-/Lese-Speicher 156
Schutzintervall 299, 411
Schwingkreis
– geschlossener 71
– offener 72, 195
Schwingung 69
– elektromagnetische 70
- Schwingungsmodulation 262
Schwingungssystem, elektrisches 69
Schwund 82
scrambling 130, 144
SDR 382
SDRAM 159
Sechspol 46
Seitenband
– oberes 265
– unabhängig 271
– unteres 265
Seitenbundleistung 269
Seitenfrequenz 275
Seitenschwingung 276
Sekundär-Radar 470
Selbsterregung 36
semiconductor memory 157
Semiduplexbetrieb 57
Sendeantenne 196
Sendeeinrichtung 126
Sende-/Empfangseinrichtung 126
Sende-Empfangs-Weiche 450
Sender 167
Senderabstand 374
sensitivity 112, 169, 218, 232, 345
Sensor 251, 462
Sensorik 251
Serienumsetzer 216
Server 3, 256
Server-Client-Kommunikation 256
Server-Client-Konzept 433
service information 354
Service-Information (SI) 370
Serviceliste 391
service provider 128
service set identifier 436
service user 128
session layer 64
Set-Top-Box 376
shared medium 410
shift keying 280
Sicherheit 143
Sicherungsprotokoll 65
Sicherungsschicht 63

- Signal 1
 - analog 20
 - digital 21
 - rücklaufend 54
 - vorlaufend 53
 - wertequantisiertes 21
 - zeitquantisiertes 21
- Signallaufzeit 19
- Signalperiode 20
- Signal-Rausch-Abstand 25
- Signal-Rausch-Verhältnis 110
- Signalsicherheit 143
- Signalspeicherung
 - elektrische 157
 - magnetische 151
 - optische 153
 - portable 149
 - stationäre 150
- Signalstrom 218
- SIM-Card 145
- simple mail transfer protocol 399
- Simplexbetrieb 57
- single carrier system 261
- Singlemode-LWL 191
- Skalierbarkeit 117
- Skalierer 369
- slope 214
- Smart Card 145
- Smart Home 457
- Smart TV 386
- SMTP 399
- S/N 26
- SNR 26, 110
- Software-Schnittstelle 132, 139
- solid state drive 158
- solid state memory 157
- Sonnenfleckenzahl 83
- sound 2
- Space 307
- space division multiple access 339
- space time coding 434
- Spannung, elektrische 7
- Spannungs-Frequenz-Umsetzer 213
- Spannungspegel 8
 - absoluter 10
- Spannungs-Verstärker 165
- Spannungs-Verstärkungsmaß 163
- Speicherbereich 221
- Speicherkapazität 150
- Speicherstift 158
- Speicherverfahren 149
- Speicherzelle 157
- Speisesystem 207
- Spektrallinie 20
- Sperrbereich 243
- Spiegel, farbempfindlich (dichroitisch) 219
- Spitzenleistung 239, 268
- Spitzenwertgleichrichter 273
- Splitter, optische 124
- Spreizung 331, 339
- Sprungdistanz 83
- Spur 152
- Spurführung 155
- SRAM 158
- SSD 158
- SSID 436
- Stabantenne 205
- stand alone 458
- Standard
 - de-facto 101
 - de-jure 101
 - offener 100
- standard dynamic range 382
- Standardisierung 99
- standing wave ratio 53, 54
- Station 429
- STC 434
- Steckerleiste 178
- Stehwellenverhältnis 54
- Stereo 346
- Stereo-Coder 347
- Stereo-Decoder 347
- Stereoempfänger 347
- Stereofonie 346
- Stereo-Multiplexsignal 347

- Sternnetz 119
Stichleitung 184
Stirnflächenabstand 189
Stirnflächenfehler 189
Störabstand 25
store and forward 58
Störempfänger 90
Störempfindlichkeit 90
Störfeldstärke 91
Störfestigkeit 90
Störimmission 90
Störkanal 90
Störquelle 90
Störsender 90
Störsenke 90
Störsignal 24
Störsignalkompensation 93
Störsignalunterdrückung 93
Störstrahlung 90
– impulsförmig 91
– kontinuierlich 91
Störstrahlungsleistung 91
Strahlablenkung 222
Strahler
– isotrop 77
Strahlungsdiagramm 200
Strahlungskeule 413
Strahlungsleistung 77, 126
– effektive 453
Strahlungsvektor 78
Stratosphäre 80
Streaming 401
Streifenfilter 219
Streuung 80
Stromsteuerung 230
stub 184
Stufenindex 191
Stufenprofil-LWL 191
Stufenumsetzer 213, 216
Subband-Codierung 311
subsampling 33
subscriber interface module card 145
subscriber line 441
Subscriber Management System 146
Subwoofer 384
SU-MIMO 436
Summensignal 347
Summierstufe 217
surround sound 384
Switch 254
switching 59, 113
SW-Schnittstelle 132, 139
Symbolfehler 320
Synchrongendemodulator 273
synchronisation channel 354
Synchronität 60
Syntax 60
System
– biologisch 89
– geschlossenes 61
– offenes 142
– technisch 89
Systempegelplan 453
- T**
- Taktfrequenz 60
Taktsignal 60
TAL 122
Targeted Advertising 389
Tauchspulmikrofon 235
TDMS 135
Teilbandverfahren 353
Teilnehmer-Anschlussleitung (TAL) 122, 441
Teilnehmer (Tln) 57
Teilnehmer-Vermittlungsstelle 444
Teilnetz 121
Teilvermaschung 121
Telefon-Banking 476
Telefonie 441
– Kabel- 445
– mobile 445
– Satelliten- 446
– stationäre 441
Telekommunikation 2

- Telekommunikationsgesetz 95
Telekommunikationskabel 177
Telekommunikationssatellit 454
Telemedizin 479
terminal 57
Tieppass 243
time division multiple access 337
TKG 95
Token 335
Token-Ring-Verfahren 335
Ton 2
Totalreflexion 186
Tote Zone 82
touchscreen 458
traffic announcement identification 350
traffic message channel 351
traffic programme identification 350
Trägerabsenkung 270
Trägerfrequenz-Technik 328
Trägerleistung 268
Träger Rausch-Abstand 26
Trägersignal
– analog 280
– digital 288
– pulsförmig 261
– sinusförmig 261
Trägerunterdrückung 270
Transmission Control Protocol (TCP) 398
transmitter 167
transport layer 64
Transport-Multiplex 354
Transport-MUX 355
Transportprotokoll 65, 396
Transportschicht 64
Transportsteuerung 61
Triple Play 405, 419
Troposcatter 86
Troposphäre 80
- U**
Überabtastung 33
Übermodulation 265
Überreichweite 85
Übersichtsschaltplan 45
Übersprechdämpfungsmaß 28
Übersprechen 28
Übersteuerung 170
Übersteuerungsgrenze 234
Übertragung
– asynchrone 60
– parallele 132
– serielle 132
– synchrone 60
Übertragungsebene 443
Übertragungsfaktor 50, 232, 238
Übertragungsfunktion 233, 238
Übertragungskanal 107
Übertragungsmaß 50, 180, 232, 238
Übertragungsprotokoll 65
Übertragungsschicht 63
UHD 380
UKW 344
Ultra High Definition 380
Ultrakurzwellenbereich 344
Ultraschall 228
Ultraviolett (UV)-Strahlung 39
Umsetzer
– elektrooptischer 222
– LWL-Systeme 226
– optoelektrischer 217
Umsetzerkennlinie 211
Umsetzfrequenz 213
Umsetzyklus 213
Umtastung 280
UMTS-Standard 445
Unbuntpunkt 40
Unicast 113
Unicode 307
universal mobile telecommunication system 445
Universal Plug and Play 460
universal resource locator 400
Universal Serial Bus 136
Unterabtastung 33
uplink 360

- UPnP 460
upscaling 369
Upstream 119
URL 400
URLLC 414
usability 130
usage rules information 148
USB 136
USB-Stick 158
user 57, 128
User Datagram Protocol (UDP) 398
user interface 132
- V**
- Vakuumröhre 218
Varicap-Diode 277
Vectoring 420
Verarbeitungsprotokoll 65
Verarbeitungsschicht 64
Verbandsstandard 100
Verbindungssteuerung 141
Verbindung, virtuelle 115
Verdrillung 176
Verfügbarkeit 117
Vergleichsantenne 471
Verkabelung
– anwendungsneutral 431
– strukturiert 431
Verkürzungsfaktor 172
Vermittlung 59, 113
– verbindungslose 115
– verbindungsorientierte 114
Vermittlungsebene 443
Vermittlungseinrichtung 114
Vermittlungsprotokoll 65
Vermittlungsstelle 441
Verschlüsselung 130, 144
Verschlüsselungsverfahren 119
Verseilung 176
Verstärker 163
Verstärkung 34
Verstärkungsfaktor 34, 50
Verstärkungsfehler 212
Verstärkungsmaß 50, 34
– änderbares 165
– festes 165
Verteildienst 129
Verteiler 245
Verteilung 59, 113
Vertikal-Richtcharakteristik 200
Vertikalstrahler 205
Verträglichkeit, elektromagnetische 89
Verwürfelung 144
Verwürfungsalgorithmus 148
Verzerrung 27
– lineare 27
– nichtlineare 27
VHF-Drehfunkfeuer 471
Video 2
Videocodierung 314, 367
video on demand 391
Vielfachzugriff 111, 326, 337
– Frequenzbereich 451
– im Codemultiplex 339
– im Frequenzmultiplex 338
– im Polarisationsmultiplex 339
– im Raummultiplex 339
– im Zeitmultiplex 337
– Raumbereich 451
– Zeitbereich 451
Vierlingsantenne 210
Vierpol 46
Vierpolparameter 48
vision 2
Viterbi-Decoder 357
VoD 391
Voice over IP 445
volatile semiconductor memory 158
Vollduplexbetrieb 58
Vollvermaschung 120
Vollwellendipol 197
Voreinflugzeichen 472
Vor-Rück-Verhältnis (VRV) 201
Vorverstärker, rauscharm 450
Vorwärtsfehlerkorrektur 109, 320, 369
Vorwärtskanal 119, 420

W

WAN 116
Wandler, elektroakustischer 230
Wandlungszeit 213
Watermarking 389
wavelength division multiplex 125
Webradio 361
Wechselbetrieb 57
Wechselfeld 89
Weiche 245
Weißpunkt 40
Weitverkehrs-Vermittlungsstelle 444
Welle 70
– elektromagnetische 39, 71
– rücklaufende 181
– stehende 53, 181
– vorlaufende 181
Wellenabstrahlung 73
Wellenausbreitung 80
– quasioptische 84
Wellenlänge 70
Wellenlängenmultiplex 125, 330
Wellenleitung 171
Wellenwiderstand 174
Welligkeit 164
Welligkeitsfaktor 54
Wertebereich 15
Wertequantisierung 293
wide area network 116
Widerstandsanpassung 52, 55, 181
Widerstandsbelag 173
Widerstandstransformation 183
Wiedergabeeinheit 237
Wi-Fi 434
Winkelmodulation 264
Wireless Fidelity 434
wireless local area network 116, 433
Wirkleistung, elektrische 7

WLAN 116, 433
– Repeater 436
World Wide Web 400
WRC 97

Y

Yagi-Antenne 204
YC-Verfahren 43

Z

Zähldiskriminator 279
Zahlungsverkehr 475
Zeigerdarstellung 267
Zeitfunktion 15
– rechteckförmig 17
Zeit-Interleaving 324
Zeitmultiplex 326
Zeitquantisierung 293
Zeitversatz 58
Zelle 115
Zentimeterwelle 86
Zentraleinheit 458
Zieladresse 115
Zugangsberechtigung 144
Zugangsnetz 433
Zugriffsverfahren 335
Zweidrahtleitung 175
Zweileiterkabel 175
Zweipol 46
Zweiseitenband-Amplituden-modulation 269
Zweitor 46, 243, 251
– aktives 49
– belastetes 49, 164
– passives 49
Zweitorparameter 48
Zweiwertigkeit 17
Zwillingsantenne 210