

Inhaltsverzeichnis

1 Elektromagnetische Wellen	1
1.1 Wellenlängenbereiche	1
1.2 Arten der Wellenausbreitung	2
1.2.1 Bodenwellen	2
1.2.2 Raumwellen	2
1.2.3 Schwundererscheinungen	5
1.3 Ausbreitung in den einzelnen Wellenbereichen	6
2 Nachrichtenübertragung über Kabel	9
2.1 Einführung	9
2.2 Frequenzmultiplextechnik	15
2.2.1 Frequenzselektion, Signalquader und Kanalkapazität	17
2.2.2 Einseitenbandmodulation mit Trägerunterdrückung	21
2.2.3 Trägerfrequenz-Systeme	24
2.3 Zeitmultiplextechnik	28
2.3.1 Erzeugung des PCM-Zeitmultiplexsignals	29
2.3.2 Quantisierung und Codierung	31
2.3.3 Bildung des Pulsrahmens PCM 30	33
2.4 Seekabelanlagen	37
2.4.1 Einführung	37
2.4.2 Das Fernsprech-Seekabelnetz	39
2.4.3 Prinzipieller Aufbau einer Seekabelanlage	40
2.4.4 Seekabel	43
2.4.5 Unterwasser-Zwischenverstärker und Entzerrer	44
2.4.6 Endstellen	46
2.4.7 Verlegen eines Seekabels	48
2.5 Beispiele	49
2.5.1 Leitungsbeläge von Koaxialkabeln	49
2.5.2 Symmetrische Kabel	51
2.5.3 Signalquader und Übertragungskanal	52
2.5.4 Frequenzspektrum eines Ringmodulators	53

3 Richtfunktechnik	55
3.1 Einführung	55
3.2 Richtfunksysteme in Übertragungsnetzen	57
3.3 Aufbau einer Richtfunklinie	59
3.3.1 Analoge Richtfunkstrecken	59
3.3.2 Digitale Richtfunkstrecken	61
3.4 Wellenausbreitung im freien Raum	64
3.4.1 Einführung	64
3.4.2 Die erste Fresnelzone	69
3.4.3 Geländeschnitt	71
3.4.4 Freiraumdämpfung und Funkfeld-Gesamtdämpfung	73
3.5 Geräusche und Geräuschabstand bei der Analogübertragung	76
3.6 Der Systemwert	79
3.6.1 Hypothetische Bezugskreise	81
3.6.2 Geräuschempfehlungen für zulässige Geräusche	82
3.6.3 Geräuschbilanz	82
3.7 Geräusche und Geräuschabstand bei der PCM-Übertragung	83
3.8 Antennen und Energieleitungen	86
3.8.1 Grundbegriffe	86
3.8.2 Antennentypen	87
3.8.3 Energieleitungen	94
3.9 Frequenzplanung	95
3.9.1 Aufteilung der Frequenzbereiche	95
3.9.2 Aufbau eines Frequenzrasters	96
3.10 Beispiele	98
3.10.1 Erdüberhöhung zwischen zwei Punkten	98
3.10.2 Berechnung einer Fresnelellipse	98
3.10.3 Freiraumdämpfung	99
3.10.4 Antennengewinn einer Parabolantenne	99
3.10.5 Berechnung der Systemdämpfung	100
3.10.6 Berechnung des Empfangspegels	101
3.10.7 Berechnung einer digitalen Übertragungsstrecke	102
3.10.8 Geräuschbilanz für ein Analogsystem	106
4 Satellitenfunk	109
4.1 Einführung	109
4.2 Satellitenbahnen	115
4.3 Frequenzbereiche	121
4.4 Berechnung einer Funkverbindung	122
4.4.1 Streckendämpfung	123

4.4.2	Rauschleistung, Rauschtemperatur und Güte G_E/T'	124
4.4.3	Eigenschaften der Frequenzmodulation für Fernsehübertragung	131
4.4.4	Digitale Modulationsverfahren	135
4.5	Aufbau eines geostationären Satelliten	137
4.5.1	Rundfunksatelliten und Fernmeldesatelliten	137
4.5.2	Satellitenantennen	139
4.5.3	Repeater	141
4.5.4	Übersicht über die Baugruppen im Versorgungsmodul	144
4.6	Erdefunkstellen	146
4.7	Elevations- und Azimutwinkel	149
4.8	Netzzugriffssystem für „Neue Dienste“	150
4.9	Beispiele	154
4.9.1	Bahngleichung	154
4.9.2	Berechnung der Signallaufzeit	156
4.9.3	Maximale Kommunikationsentfernung	157
4.9.4	Systemrauschtemperatur	159
4.9.5	Berechnung des Gütefaktors einer Empfangsanlage	160
4.9.6	Berechnung der äquivalenten Strahlungsleistung und des Gütefaktors	161
5	Nachrichtenübertragung über Kurzwelle	165
5.1	Einführung	165
5.2	Ionosphäre und Wellenausbreitung	171
5.3	Kurzwellen-Richtantennen	175
5.4	Seefunk	177
5.4.1	Einführung	177
5.4.2	Frequenzbereiche	177
5.4.3	Technische Anlagen	179
5.5	Beispiel	181
5.5.1	Plasmafrequenz und Reflexion von Kurzwellen	181
6	Nachrichtenübertragung über Lichtwellenleiter	183
6.1	Einführung	183
6.2	Grundsätzlicher Aufbau einer optischen Übertragungsstrecke	186
6.3	Physikalische Grundlagen	187
6.4	Lichtwellenleiter	192
6.4.1	Mehrmoden-Stufenprofilfaser	192
6.4.2	Mehrmoden-Gradientenfaser	193
6.4.3	Monomodefaser	196

6.5	Verluste in Lichtwellenleitern	198
6.6	Herstellung von Glasfasern und Kabelkonstruktion	200
6.7	Verbindungstechnik	204
6.7.1	Spleißverbindung	205
6.7.2	Steckverbindungen	207
6.8	Optische Bauelemente	209
6.8.1	Physikalische Grundlagen	209
6.8.2	Lumineszenzdioden	211
6.8.3	Laserdioden	213
6.8.4	PIN-Fotodiode	216
6.8.5	Lawinen-Fotodiode	218
6.9	Systeme mit Lichtwellenleitern	220
6.10	Dämpfungsplanung einer Lichtwellenleiter- Übertragungsstrecke	223
6.11	Lichtwellenleiter-Seekabel	226
6.12	Beispiele	231
6.12.1	Berechnung des Akzeptanzwinkels einer Stufenprofilfaser	231
6.12.2	Anzahl der ausbreitungsfähigen Moden in einer Stufenprofilfaser	231
6.12.3	Berechnung von Laufzeitdifferenzen	232
6.12.4	Berechnung des Kernradius einer Monomodefaser	232
6.12.5	Berechnung der Lichtwellenlänge einer Lumineszenzdiode	233
6.12.6	Bandbreite einer Avalanche-Fotodiode	233
6.12.7	Berechnung einer Lichtwellenleiter- Übertragungsstrecke	234
6.12.8	Dispersion von Monomode-Fasern	235
7	Anhang	236
7.1	Pegel und Dämpfung	236
7.2	Beispiele zur Pegelrechnung	238
	Terminologie	241
	Literaturverzeichnis und Bildnachweis	246
	Sachverzeichnis	249