

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1. Elektromagnetische Wellen im Bereich hoher Frequenzen	11
1.1 Prinzip der Wellenabstrahlung	11
1.2 Frequenzbereiche und technische Anwendungsgebiete	13
1.3 Leitungsarten	13
2. Allgemeine Grundlagen elektromagnetischer Wellen	19
2.1 Elektromagnetische Grundbegriffe	19
2.1.1 Felder und Größen	19
2.1.2 Komplexe Werte	21
2.1.3 Vektoren	22
2.2 Maxwell'sche Gleichungen	23
2.3 Ebene Wellen	24
2.4 Leistungsübertragung	26
2.5 Polarisierete Wellen	27
2.5.1 Linear polarisierte Wellen	27
2.5.2 Zirkular polarisierte Wellen	28
2.6 Feldwellenwiderstand, Übertragungskonstante	31
2.7 Eindringtiefe elektromagnetischer Wellen	32
2.8 Parallelplatten - Leiter	36
3. Widerstände, Leitungen, Anpassung, S-Parameter	39
3.1 Leitungsgleichungen	39
3.2 Leitungsdiskontinuitäten	39
3.3 Reflexionen, Welligkeit	41
3.4 Messung von Reflexionen	42
3.5 Stehwellenverhältnis, Welligkeit	43
3.6 Leitungsdiagramm (Smith-Diagramm)	47
3.6.1 Widerstände, Leitwerte	47
3.6.2 Komplexe Reflexionsfaktoren im Smith-Diagramm	52
3.6.3 Leitungstransformation	52
3.7 S-Parameter	55
3.7.1 Zweitor	56
3.7.2 Mehrtor	61
3.8 Transformationsschaltungen	64
3.8.1 Komplexe Widerstandstransformation	64
3.8.2 Allgemeine Widerstandsanpassung	66
3.8.3 Transistoranpassungsschaltungen	67

4.	Rechteckhohlleiter	74
4.1	Entstehung von Hohlleiterwellen durch Überlagerung ebener Wellen	76
4.2	Die H_{10} -Welle des Rechteckhohlleiters	80
4.2.1	Das Wellenfeld der H_{10} -Welle	80
4.2.2	Feldwellenwiderstand, Leitungswiderstand	80
4.2.3	Wellenlänge, Phasenkonstante, Wellengeschwindigkeit	82
4.2.4	Grenzfrequenz und Übertragungsbereich	83
4.2.5	Wandströme	84
4.2.6	Wellendämpfung	86
4.2.7	Aperiodische Dämpfung	88
4.2.8	Leistungsübertragung	90
4.2.9	Ausführungsformen der Rechteckhohlleiter	94
4.2.10	Hohlleiterflanschverbindung	96
4.3	H_{nm} -Wellen des Rechteckhohlleiters	99
4.4	E_{nm} -Wellen des Rechteckhohlleiters	101
5.	Rundhohlleiter	102
5.1	Wellenfelder der Rundhohlleiter	102
5.2	Dämpfung von Wellen in Rundhohlleitern	106
5.3	Der Rundhohlleiter in der Richtfunktechnik	110
5.4	Strahlungscharakteristik von Rundhohlleiterwellen	112
5.5	Rundhohlleiterbauteile bei Antennensystemen	113
6.	Lineare Hohlleiterbauelemente	115
6.1	Grundkomponenten	115
6.2	Kurzschlußschieber	116
6.3	Hohlleiterübergänge	118
6.3.1	Getaperte Hohlleiterübergänge	118
6.3.2	Wellenwiderstandstransformator	118
6.3.3	Rechteckhohlleiter-Koaxialkabel-Übergang (Adapter)	119
6.4	Schraubenanpassung	120
6.5	E-H-Tuner, Magisches T	120
6.6	Abschlußwiderstand, Dämpfungselement	123
6.7	Frequenzmesser	125
6.8	Richtungskoppler	127
6.8.1	Rechteckhohlleiterkoppler	127
6.8.2	Schwebungskoppler	130
6.8.3	Kreuzkoppler	130
6.9	Hohlleiterfilter	131
6.9.1	Einkreisfilter	131
6.9.2	Mehrkreisfilter	132
7.	Nichtlineare Hohlleiterbauelemente, Ferritbauelemente	134
7.1	Gleichrichter	134
7.2	Bolometer	135

7.3	Modulatoren	136
7.4	Ferritbauelemente	137
7.4.1	Wirkungsweise von Ferriten	137
7.4.2	Ferritdämpfungselemente	142
7.4.3	Richtungsleitungen	143
7.4.4	Nichtreziproke Phasenschieber	144
7.4.5	Zirkulator	144
7.4.6	Funktionsweise des Faraday-Drehers	146
7.4.7	Isolator	147
7.4.8	Faraday-Zirkulator	148
8.	Streifenleiter und ihre Übertragungseigenschaften	150
8.1	Art und Herstellungsmethoden von Mikrostreifenleitern	150
8.2	Wellenwiderstand, Wellenlänge und Dämpfung von Mikrostreifenleitungen	153
8.3	Streifenleitergehäuse und koaxiale Übergänge	161
8.4	Berechnung von Mikrostreifenleiterschaltungen	162
8.4.1	Widerstandsanpassung	162
8.4.2	Wellenwiderstandstransformation	164
8.4.3	Bemessen eines 2-GHz-Tiefpasses	166
9.	Streifenleiterschaltungen	170
9.1	Integrierte Widerstände	170
9.2	Integrierte Kondensatoren	171
9.3	Integrierte Induktanzen	172
9.4	Realisierung von Blindwiderständen durch Leitungen	173
9.5	Tiefpaßfilter, Hochpaßfilter	173
9.6	Bandpaßfilter, Bandsperre	176
9.7	Streifenleiterrichtungskoppler	178
9.7.1	Hybrid-Koppler	178
9.7.2	Leitungskoppler	180
9.7.3	Dimensionierung von Leitungskopplern	182
9.8	Mikrostreifenleiter-Zirkulator	190
9.9	Streumatrizen von Streifenleiterbauteilen	192
10.	Integrierte Streifenleiterschaltungen	194
10.1	Streifenleitermodulatoren	194
10.1.1	Anwendung der Modulatoren in Satellitentechnik und bei Phased-Array-Antennen	194
10.1.2	Mikrowellenintegrierter PIN-Diodenschalter	195
10.1.3	Ferritphasenschieber	198
10.1.4	Analoger Modulator, Schrittmulator	199
10.2	Streifenleitmischer	200
10.2.1	Wirkungsweise von Mischern	200
10.2.2	Eintaktmischer	201
10.2.3	Gegentaktmischer	204

10.2.4	Vervielfacher	206
10.3	Streifenleiteroszillator	207
10.4	Endverstärker in Mikrostreifenleitertechnik	209
11.	Streifenleiterdiskontinuitäten	211
11.1	Rechtwinkliger Knick der Mikrostreifenleitung	211
11.2	Rechtwinklige Leitungsverzweigung	212
11.3	Leerlaufende Stichleitungen bei Mikrostreifenleitern	213
12.	Vergleich der Mikrostreifenleiter mit anderen Streifenleitertypen	215
12.1	Symmetrische Streifenleiter (Tri-Plate-Leitungen)	216
12.2	Schlitzleitungen	220
12.3	Koplanarleitungen	224
12.4	Brennerleitung (Suspended-Substrate-Leitung)	226
12.5	Kammerleitung	227
13.	Aufgaben zu Mikrowellen, Streifenleitern, Hohlleitern	229
13.1	Übungen zu Kap. 1	229
13.2	Übungen zu Kap. 2	230
13.3	Übungen zu Kap. 3	231
13.4	Übungen zu Kap. 4	232
13.5	Übungen zu Kap. 5	233
13.6	Übungen zu Kap. 6	234
13.7	Übungen zu Kap. 7	235
13.8	Übungen zu Kap. 8	236
13.9	Übungen zu Kap. 9	237
13.10	Übungen zu Kap. 10	238
13.11	Übungen zu Kap. 11	239
13.12	Übungen zu Kap. 12	240
	Lösungen zu Übungen 13.1 - 13.12	241
14.	Literaturverzeichnis	254
15.	Sachwörterverzeichnis	259