

1	Hohlleiter	1
1.1	Einleitung	1
1.1.1	Kurzzusammenfassung der TEM-Welle	3
1.1.2	Feldtheorie für Hohlleiter	4
1.2	Grafische Herleitung der H_{10} -Welle	4
1.2.1	Grenzbedingungen am idealen Leiter	4
1.2.2	Reflexion einer HEW an einer metallischen Platte	5
1.2.3	Konstruktion der H_{10} -Welle aus Mehrfachreflexionen	6
1.2.4	Feldbilder der H_{10} -Welle im Rechteckhohlleiter	7
1.3	Hohlleiterwellenlänge	10
1.4	Phasen- und Gruppengeschwindigkeit	11
1.5	Allgemeiner Feldwellenwiderstand und Feldwellenwiderstände der H_{10} -Welle	13
1.6	Ausbreitungskoeffizient und Wellenwiderstand der H_{10} -Welle über der Frequenz	14
1.7	Stromverteilung im Rechteckhohlleiter	14
1.8	Höhere Moden im Rechteckhohlleiter	16
1.9	Rundhohlleiter- und Koaxialleitermoden	19
1.10	Koaxial-Hohlleiterübergang	21
1.11	Transmissionsresonator	21
1.12	Frequenzbänder für Rechteckhohlleitungen	25
2	Grundlagen der Feldsimulation	27
2.1	Freiraumsimulation	27
2.1.1	Sender und Empfänger	28
2.1.2	Reflexion an Objekten	30
2.1.3	Beugung und Durchdringung von Objekten	32
2.1.4	Verfahren und Produkte	34

2.2	Numerische Feldsimulation	38
2.2.1	Allgemeine Lösung der Maxwell'schen Gleichungen	38
2.2.2	Lösungen der Maxwell'schen Gleichungen für quellfreie Geometrien.	39
2.2.3	Methode der Finiten Differenzen (FD)	41
2.2.3.1	Eulersche Methode	41
2.2.3.2	Beispiel für allgemeine Potentialfunktion $u_{(x,y)}$	42
2.2.4	Methode der Finiten Elemente (FE).	45
2.2.5	Ablauf einer FE-Simulation.	47
2.2.6	Momentenmethode (MM)	52
3	Grundlagen der nichtlinearen HF-Technik	53
3.1	Beschreibungsformen für Bauelemente	55
3.2	Frequenzerzeugung durch Nichtlinearitäten	57
3.3	Nichtlineare Phänomene	59
3.4	Nichtlineare Bauelemente	63
3.4.1	Nichtlineare Leitwerte und Widerstände	63
3.4.2	Nichtlineare Kapazitäten	66
3.5	Übersicht: Nichtlineare Simulationsverfahren.	68
3.6	Harmonic Balance für Großsignal-Einzeltöne.	70
3.7	Einführung in die Streuparameter für Mixed-Frequency- Messungen	76
3.7.1	S-Parameter für Mixed-Frequency-Netzwerke	82
3.7.2	Vektorielle Intermodulationsmessungen	86
3.7.3	X-Parameter	90
3.7.4	Zusammenhang der X-Parameter und der Mixed- Frequency-S-Parameter	93
3.8	Die Harmonic-Transfer-Funktion und die Anwendung der kohärenten Mixed-Frequency-Messtechnik in der Lokalisierung	93
3.8.1	Kooperative Lokalisierung mittels nichtlinearem Backscatter-Tag und Stepped Frequency Harmonic Radar	96
3.8.2	Die HR-Gleichung und HR-Transferfunktion	97
3.8.3	Entfernungsbestimmung bei einem Stepped Frequency Harmonic Radar mit nichtlinearem Backscatter-Tag.	101
3.8.4	Kooperative Lokalisierung mittels Harmonic Radar am Beispiel eines Seenotrettungssystems	104
3.9	Kohärente Mixed-Frequency-Messtechnik als Basistechnologie	111

4	Leistungsverstärker	113
4.1	Grundlagen für die Entwicklung von Leistungsverstärkern	115
4.1.1	Transistortechnologie	115
4.1.2	Die Signalflussmethode und deren Anwendung	118
4.1.3	Leistungsbegriffe	120
4.1.4	Weitere Grundbegriffe	122
4.1.5	Stabilität	124
4.1.6	Wahl der Lastimpedanz	124
4.1.7	Aufbau und Anwendung eines manuellen Tuners	129
4.1.8	Wahl der Drain-Spule	132
4.2	Die klassischen Betriebsarten A, AB, B und C	133
4.3	Schaltungskonzepte von Leistungsverstärkern	139
4.3.1	H-Betrieb	140
4.3.2	F-Betrieb	141
4.3.3	D-Betrieb	143
4.3.4	E-Betrieb	145
4.3.5	Klasse J und weitere Verstärker mit Harmonic-Matching	147
4.3.6	Klasse S	150
4.4	Verschaltung von Leistungsverstärkern	151
4.4.1	0°-Koppler-Leistungs-Combiner	151
4.4.2	Der Doherty-Verstärker	153
4.4.3	Push-Pull-Verstärker	154
4.4.4	Balancierter Verstärker	155
4.5	Linearisierungstechniken	156
4.5.1	Direkte Rückkopplung	157
4.5.2	Predistortion	158
4.5.3	Feedforward	159
4.5.4	Indirect Feedback	160
4.5.5	Kartesische Schleife	161
4.5.6	Polare Schleife	162
4.6	Frequenzvervielfacher	162
5	Oszillatoren	165
5.1	Zweitoroszillatoren	167
5.1.1	Die Schwingbedingung	167
5.2	Aufbau eines rückläufigen HF-Oszillators	171
5.2.1	Kreuzgekoppelter und Colpitts-Oszillator	173
5.3	Eintoroszillatoren	175
5.3.1	Schwingbedingung von Eintoroszillatoren	176
5.3.2	Eingesetzter Reflexionsverstärker	177
5.3.3	Aufbauten von differentiellen Oszillatoren	178

5.3.4	Push-Push-Oszillatoren	180
5.3.5	Elektrisch abstimmbare Oszillatoren	183
5.4	Rauschverhalten von Oszillatoren	183
6	Detektoren und Mischer	187
6.1	Detektoren	188
6.2	Das Überlagerungs- bzw. Heterodynprinzip	189
6.3	Grundlagen der Frequenzumsetzung mit Mischern	190
6.4	Parametrische Rechnung	194
6.5	Leitwertelemente von Schottky-Dioden	197
6.6	Abwärtsmischung mit Schottky-Diode	199
6.7	Rauschverhalten des Mischers	200
6.8	Ausführungsformen von Mischern	201
6.9	Realisierung von Mischern mit Schottky-Dioden	204
6.9.1	Einseitenbandumsetzer und IQ-Modulatoren	207
7	Phasenregelkreise und Synthesegeneratoren	213
7.1	Grundlagen der Phasenregelkreise	213
7.2	Das Regelverhalten	216
7.3	Frequenzteiler	218
7.4	Diskriminatoren	219
7.4.1	Phasendiskriminatoren	219
7.4.2	Phasenfrequenzdiskriminatoren	221
7.4.3	Auslegung von Schleifenfiltern	223
7.5	Einschleifiger Regelkreis	223
7.6	Regelschleife mit Mischer	226
7.7	Mehrschleifige Regelkreise	227
7.8	Regelschleifen mit fraktionalen Teilern	228
7.8.1	$\Sigma\Delta$ -Fractional-N Synthesegenerator	230
7.8.2	Direkte Digitale Modulation	231
8	Technisch erzeugte Plasmen	233
8.1	Grundlagen technisch erzeugter Plasmen	233
8.2	Niederdruckplasmen	242
8.2.1	Niederdrucklampen	245
8.3	Hochdruckplasmen	247
8.3.1	Klassische Zündkerze	248
8.4	Koronaplasmen	248
8.5	Mikrowellenplasmen	249
8.5.1	Theorie der dreistufigen Transformation	251
8.5.2	Prozessorbasierte Ansteuerelektroniken für Mikrowellenplasmen	252

8.5.3	Ansteuerelektronik mittels Amplitude-Locked Loop-Schaltung	254
8.5.4	Mikrowellen-Zündkerze.	259
8.5.5	Lampentechnik.	261
8.5.6	GHz-Plasmajets	265
8.5.7	MW-Chirurgie	271
8.5.8	GHz-Plasmatechnik als Basistechnologie	273
9	Grundbegriffe der Antennentheorie	275
9.1	Einführung in die Antennentechnik	276
9.2	Kurzeinleitung in die Radartechnik	277
9.2.1	Radargleichung	278
9.2.2	Grundprinzip der Radartechnik	279
9.2.3	Radarfrequenzen	281
9.3	Das Feld eines Elementarstrahlers	283
9.3.1	Elektrischer Elementarstrahler	283
9.3.2	Magnetischer Elementarstrahler	290
9.4	Das Fernfeld einer beliebigen Stromverteilung im freien Raum	290
9.5	Das Äquivalenzprinzip (Huygensches Prinzip)	295
9.6	Zusammenhang zwischen Aperturbelegung und Richtcharakteristik bei Flächenantennen	299
9.7	Kenngößen einer Antenne.	311
9.7.1	Polarisation der Freiraumwelle	311
9.7.2	Kenngößen einer Antenne für den Sendefall	313
9.7.3	Kenngößen einer Antenne für den Empfangsfall	318
9.7.4	Das Reziprozitätstheorem	320
10	Phasengesteuerte Antennen, Patch-Antennen, Messtechnik	323
10.1	Prinzipielle Vorgehensweise bei phasengesteuerten Antennen	323
10.2	Die Richtcharakteristik einer phasengesteuerten Antenne.	324
10.3	Kenngößen einer phasengesteuerten Antenne	329
10.4	Diskretisierungsfehler bei einer phasengesteuerten Antenne	331
10.5	Patch-Antennen	334
10.5.1	Design der Patch-Antenne	335
10.5.2	Strahlungsfelder der Patch-Antenne	338
10.6	Array aus Patch-Antennen	341
10.6.1	Lineares Patch-Array mit Lambda-Viertel-Abständen	342
10.6.2	Lineares Patch-Array mit Lambda-Halbe-Abständen	343
10.6.3	Lineares Patch-Array mit Drei-Lambda-Viertel-Abständen	344
10.6.4	Getapertes Patch-Array	345

10.7	Phasengesteuerte Empfangsantennen	348
10.8	Antennenmesstechnik	348
10.8.1	Die Messeinrichtung	348
11	Streuung elektromagnetischer Wellen an Radarzielen	353
11.1	Allgemeine Betrachtung der Streuung an einem einzelnen Radarziel	353
11.2	Berechnung des Radarquerschnittes von metallischen Objekten.....	357
11.2.1	Reflexion bei Einfall einer ebenen homogenen Welle auf eine leitende ebene Platte.....	362
11.2.2	Reflexion an der Vorderseite einer metallischen Kugel	364
11.3	Streuung an dielektrischen Körpern, die klein gegen die Wellenlänge sind (Rayleigh-Streuung)	366
11.4	Reflexion an einer leitenden Halbebene.....	370
11.5	Abhängigkeit des Radarquerschnitts von der Frequenz und dem Aspektwinkel.....	372
11.6	Volumenhafte meteorologische Radarziele	373
A Verzeichnis häufig verwendeter Formelzeichen und Kürzel.....		377
Literatur		383
Stichwortverzeichnis.....		389