

---

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	V
Inhaltsverzeichnis .....	VII
1 Leitungstheorie .....	1
1.1 Primäre Leitungskonstanten .....	1
1.2 Leitungsgleichung .....	5
1.3 Lösung für beliebige Zeitvorgänge .....	6
1.4 Stationäre Lösung .....	7
1.5 Verlustlose Leitung .....	8
1.5.1 Generatorimpedanz $Z_i=0$ , Abschlussimpedanz $Z_a=Z_W$ .....	8
1.5.2 Generatorimpedanz $Z_i=Z_W$ , Abschlussimpedanz $Z_a=Z_W$ .....	9
1.5.3 Generatorimpedanz $Z_i=Z_W$ , Abschlussimpedanz $Z_a$ beliebig .....	10
1.5.4 Generatorimpedanz $Z_i$ und Abschlussimpedanz $Z_a$ beliebig .....	15
1.5.5 Kettenschaltung von Leitungen .....	16
1.5.6 Kettenmatrix der verlustlosen Leitung .....	17
1.5.7 Leitungsersatzschaltbild mit gesteuerten Quellen .....	21
1.6 Verlustbehaftete Leitung .....	21
1.6.1 Wellenwiderstand, Ausbreitungskonstante .....	21
1.6.2 Verzerrungsfreie Leitung .....	24
1.7 Stationäre Vorgänge auf verlustlosen Leitungen .....	26
1.7.1 Komplexer Reflexionsfaktor .....	27
1.7.2 Welligkeit .....	28
1.7.3 Wanderwellen und stehende Wellen .....	30
1.7.4 Leitung als Vierpol .....	31
1.7.5 Eingangsimpedanz .....	31
1.7.6 Das Leitungs- (Smith-) Diagramm .....	33
1.7.6.1 Das Impedanz- (Z-) Diagramm .....	33
1.7.6.2 Das Admittanz- (Y-) Diagramm .....	40
1.8 Stationäre Vorgänge auf verlustbehafteten Leitungen .....	43
1.8.1 Komplexer Reflexionsfaktor .....	44
1.8.2 Leitung als Vierpol .....	45
1.8.3 Wellenwiderstand, Ausbreitungskonstante .....	46

1.8.4 Ersatzschaltbild.....	48
1.9 Leitungsschaltungen.....	49
1.9.1 Leitungen als Kapazitäten und Induktivitäten.....	49
1.9.2 Filter.....	52
1.9.3 Koppler.....	54
1.9.4 Anpassnetzwerke.....	54
1.9.4.1 L-C-Anpassnetzwerke.....	55
1.9.4.2 Anpassnetzwerke mit Leitungen.....	61
Literaturverzeichnis zu Kapitel 1:.....	64
2 n-Tor-Theorie.....	65
2.1 Einführung.....	65
2.1.1 Vierpole als Zweitore.....	65
2.1.2 n-Tore.....	66
2.2 Beschreibung von n-Toren mit Hilfe von Wellen.....	67
2.3 Streumatrix.....	69
2.3.1 Interpretation.....	70
2.3.2 Transformation auf einen anderen Bezugswiderstand.....	71
2.3.3 Zusammenschaltung von n-Toren.....	72
2.3.4 Beispiele.....	75
2.3.4.1 Verzweigung.....	75
2.3.4.2 Längstwiderstand.....	77
2.3.4.3 Querswiderstand.....	77
2.4 Klassifizierung von n-Toren.....	78
2.4.1 Reflexionssymmetrie.....	78
2.4.2 Übertragungssymmetrie (Umkehrbarkeit, Reziprozität).....	78
2.4.3 Verlustlose n-Tore.....	78
2.4.4 Passive n-Tore.....	80
2.4.5 Aktive n-Tore.....	81
2.4.6 Beispiele.....	81
2.4.6.1 Verlustlose Leitung.....	81
2.4.6.2 Reflexionsfreier, übertragungssymmetrischer, verlustloser Leistungsteiler.....	82
2.4.6.3 6 dB Leistungsteiler.....	83
2.4.6.4 Signalteiler.....	86
2.4.6.5 Zirkulator.....	88
2.4.6.6 Wilkinson-Koppler.....	90

---

2.5 Gewinndefinitionen.....	91
2.5.1 Eingangsreflexionsfaktor.....	92
2.5.2 Ausgangsreflexionsfaktor.....	93
2.5.3 Von der Quelle eingespeiste Leistung.....	93
2.5.4 Von der Quelle angebotene Leistung.....	94
2.5.5 In die Last eingespeiste Leistung.....	94
2.5.6 Der Last angebotene Leistung.....	95
2.5.7 Klemmenleistungsgewinn.....	95
2.5.8 Übertragungsleistungsgewinn.....	96
2.5.9 Verfügbarer Leistungsgewinn.....	97
2.5.10 Maximal verfügbarer Leistungsgewinn (MAG).....	98
2.5.11 Maximal stabiler Leistungsgewinn (MSG).....	104
2.5.12 Unilateraler Leistungsgewinn.....	104
2.5.13 Mason-Gewinn.....	106
Literaturverzeichnis zu Kapitel 2:.....	112
 3 Integrierte Hochfrequenzverstärker.....	 113
3.1 Schmalbandige Verstärker.....	113
3.1.1 Leistungsgewinn.....	113
3.1.2 Stabilität.....	115
3.1.2.1 Stabilitätsanalyse mit Hilfe von Polstellen.....	115
3.1.2.2 Stabilitätsanalyse mit Hilfe des Nyquist-Kriteriums.....	119
3.1.2.2 Stabilitätsanalyse mit Hilfe des Bode-Diagramms.....	122
3.1.2.4 Stabilitätsanalyse mit Hilfe der Sprungantwort.....	124
3.1.2.5 Stabilitätsanalyse mit Hilfe von Reflexionsfaktoren.....	126
3.1.3 Rauschen.....	136
3.1.3.1 Rauschmechanismen.....	138
3.1.3.2 Rauschersatzschaltbilder.....	141
3.1.3.3 Rauschtemperatur.....	142
3.1.3.4 Rauschfaktor, Rauschzahl.....	143
3.1.3.5 Rauschanpassung.....	144
3.1.3.6 Rauschkreise.....	147
3.1.4 Linearität.....	151
3.1.5 Entwurf eines schmalbandigen Verstärkers.....	153
3.2 Breitbandige Verstärker.....	155
3.2.1 Breitbandige Anpassnetzwerke.....	155

3.2.2	Wanderwellenverstärker .....	156
3.2.2.1	Funktionsprinzip .....	156
3.2.2.2	Schaltungssimulation .....	164
3.2.2.3	Künstliche Wellenleiter .....	165
3.2.2.4	„Langsame“ Wellenleiter .....	165
3.2.2.5	Kaskodestufe .....	166
3.2.2.6	Skalierte Drainleitungsimpedanz .....	167
3.2.2.7	Weitere Wanderwellenverstärkerkonzepte .....	167
	Literaturverzeichnis zu Kapitel 3: .....	170
4	Integrierte Hochfrequenzoszillatoren .....	173
4.1	Schwingungsdifferentialgleichung .....	173
4.2	Schwingbedingung .....	176
4.3	Sourcefolger als Oszillator .....	178
4.3.1	Negativer Eingangswiderstand .....	178
4.3.2	Rückkopplung .....	179
4.3.3	Barkhausen-Bedingung .....	180
4.3.4	Schaltungstechnische Realisierung .....	181
4.4	Weitere Oszillatorschaltungen .....	182
4.4.1	Ringoszillatoren .....	182
4.4.2	Kreuzgekoppelte L-C-Oszillatoren .....	183
4.4.3	Colpitts- und Hartley-Oszillatoren .....	183
4.5	Stabilitätsbedingungen .....	184
4.6	Spannungsgesteuerte Oszillatoren .....	187
4.7	Parameter von Oszillatoren .....	187
	Literaturverzeichnis zu Kapitel 4: .....	189
5	Integrierte Hochfrequenzmischer .....	191
5.1	Grundlagen .....	191
5.2	Topologien und Typen von Mischern .....	195
5.2.1	Einphasiger Diodenmischer .....	195
5.2.2	Balancierter Diodenmischer mit 180°-Koppler .....	196
5.2.3	Balancierter Diodenmischer mit 90°-Koppler .....	198
5.2.4	Resistiver FET-Mischer .....	198
5.2.5	Gate-, Dualgate- und Drainmischer .....	199
5.2.6	Gilbert-Zelle .....	200

5.2.7 Vergleich der verschiedenen Mischertypen .....	202
Literaturverzeichnis zu Kapitel 5: .....	203
6 Digitale Hochgeschwindigkeitsschaltungen.....	205
6.1 Logikfamilien .....	206
6.1.1 Gepufferte FET-Logik (engl. Buffered FET Logic, BFL) .....	206
6.1.2 Schottky-Dioden-FET-Logik (engl. Schottky Diode FET Logic, SDFL).....	206
6.1.3 Direkt gekoppelte FET-Logik (engl. Direct Coupled FET Logic, DCFL).....	207
6.1.4 Superpuffer-FET-Logik (engl. Super Buffer FET Logic, SBFL) .....	209
6.1.5 Sourcegekoppelte-FET-Logik (engl. Source Coupled FET Logic, SCFL) .....	209
6.2 D-Flip-Flops .....	211
6.3 Frequenzteiler .....	215
6.3.1 Statische Frequenzteiler.....	215
6.3.2 Dynamische Frequenzteiler .....	216
6.3.3 Regenerative Frequenzteiler .....	218
6.4 Multiplexer .....	219
6.5 Demultiplexer .....	223
6.6 Phasenschieber .....	226
Literaturverzeichnis zu Kapitel 6: .....	228
Stichwortverzeichnis .....	229

Integrierte Hochfrequenzschaltkreise  
Grundlagen des computergestützten Entwurfs  
Thiede, A.  
2013, XI, 239 S. 173 Abb. in Farbe., Softcover  
ISBN: 978-3-8348-1246-9