

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Literaturverzeichnis	XII
Vorbemerkung zur Kurseinheit 1	1
Studienziele zur Kurseinheit 1	2
1 Mathematische und systemtheoretische Grundlagen	3
1.1 Einführung	3
1.1.1 Technische Bedeutung des Rauschens	3
1.1.2 Physikalische Ursache des Rauschens	3
1.1.3 Allgemeine Eigenschaften von Rauschsignalen	5
1.2 Mathematische Grundlagen	6
zur Beschreibung von Rauschsignalen	
1.2.1 Stochastischer Prozeß und Wahrscheinlichkeitsdichte	6
1.2.2 Verbundwahrscheinlichkeitsdichte und bedingte Wahrscheinlichkeitsdichte	9
1.2.3 Mittelwerte und Momente	10
1.2.4 Auto- und Kreuzkorrelationsfunktion	12
1.2.5 Beschreibung von Rauschsignalen im Frequenzbereich	14
1.2.6 Die charakteristische Funktion und der zentrale Grenzwertsatz	16
1.2.7 Zusammenhang zwischen Momenten verschiedener Ordnung	22
1.3 Übertragung von Rauschsignalen über lineare Netzwerke	24
1.3.1 Impulsantwort und Übertragungsfunktion	24
1.3.2 Transformation von Autokorrelationsfunktion und Leistungsspektrum	26
1.3.3 Korrelation zwischen-Eingangs- und Ausgangsrauschen	28
1.3.4 Überlagerung von teilweise korrelierten Rauschsignalen	29
Vorbemerkung zur Kurseinheit 2	33
Studienziele zur Kurseinheit 2	34
2 Rauschen von Ein- und Zweitoren	35
2.1 Rauschen von Eintoren	35
2.1.1 Thermisches Rauschen von Widerständen	35
2.1.2 Netzwerke aus Widerständen gleicher Temperatur	36
2.1.3 Der RC-Kreis	37
2.1.4 Thermisches Rauschen komplexer Impedanzen	38
2.1.5 Verfügbare Rauschleistung und äquivalente Rauschtemperatur	40
2.1.6 Netzwerke mit inhomogener Temperaturverteilung	42
2.1.7 Das Dissipationstheorem	43
2.2 Rauschen von Zweitoren	47

	Seite	
2.2.1	Beschreibung des Eigenrauschens durch Strom- und Spannungsquellen	47
2.2.2	Ersatzrauschquellen bei thermisch rauschenden Vierpolen homogener Temperatur	51
2.2.3	Beschreibung des Eigenrauschens durch Wellen	55
2.2.4	Rauschen von Zirkulatoren und Isolatoren	56
2.2.5	Rauschwellen bei thermisch rauschenden Vierpolen homogener Temperatur	57
2.2.6	Ersatzrauschwellen bei linearen Verstärkern	63
2.3	Die Rauschzahl von linearen Zweitoren	64
2.3.1	Definition der Rauschzahl	65
2.3.2	Berechnung der Rauschzahl aus Ersatzschaltungen	68
2.3.3	Die Rauschzahl thermisch rauschender Zweitore	71
2.3.4	Kaskadenformel für hintereinander geschaltete Zweitore	74
2.3.5	Rauschanpassung	78
	Vorbemerkung zur Kurseinheit 3	85
	Studienziele zur Kurseinheit 3	86
3	Messung von Rauschkenngrößen	88
3.1	Messung der Kreuzkorrelationsfunktion und des Kreuzspektrums	89
3.2	Eine anschauliche Deutung der Korrelation	93
3.3	Messung der äquivalenten Rauschtemperatur eines Eintores	94
3.3.1	Grundschialtung	94
3.3.2	Fehler bei der Rauschleistungsmessung	97
3.4	Spezielle Radiometerschaltungen	100
3.4.1	Das Dicke-Radiometer	100
3.4.2	Probleme bei fehlangepaßten Meßobjekten	103
3.4.3	Kompensationsradiometer	107
3.4.4	Korrelationsradiometer	115
3.4.5	Grundsätzliche Fehler bei Rauschleistungs- bzw. Rauschtemperaturmessungen	121
3.4.6	Grundsätzliche Fehler bei einem Korrelationsradiometer bzw. Korrelator	124
3.5	Messung der Rauschzahl	125
	Vorbemerkung zur Kurseinheit 4	129
	Studienziele zur Kurseinheit 4	130
4	Rauschen von Dioden und Transistoren	131
4.1	Schrotrauschen	131

	Seite	
4.2	Schrotrauschen von Schottky-Dioden	137
4.3	Schrotrauschen von pn-Dioden	141
4.4	Rauschen von PIN-Dioden	142
4.5	Rauschersatzschaltbilder von bipolaren Transistoren	145
4.6	Rauschen von Feldeffekttransistoren	152
4.6.1	Statische Kennlinie und Kleinsignalverhalten	153
4.6.2	Thermisches Rauschen des inneren FET	159
4.6.3	Die Rauschzahl des vollständigen FET	167
	Vorbemerkung zur Kurseinheit 5	173
	Studienziele zur Kurseinheit 5	175
5	Parametrische Schaltungen	176
5.1	Parametrische Rechnung	176
5.2	Abwärtsmischer mit Schottky-Dioden	179
5.3	Rauschersatzschaltungen von gepumpten Schottky-Dioden	187
5.4	Die Rauschzahl von Abwärtsmischern mit Schottky-Dioden	195
5.4.1	Der balancierte Mischer	197
5.5	Die Rauschzahl von Abwärtsmischern mit Feldeffekttransistoren	199
5.6	Rauschzahlmessungen an Abwärtsmischern	202
5.7	Rauschzahl eines parametrischen Verstärkers	203
5.7.1	Kennlinie und Kenngrößen von Sperrschichtvaraktoren	203
5.7.2	Parametrischer Betrieb eines Varaktors	207
5.7.3	Der parametrische Verstärker	209
5.7.4	Die Rauschzahl des parametrischen Verstärkers	212
5.8	Gleichlageaufwärtsmischer mit Varaktoren	215
	Vorbemerkung zur Kurseinheit 6	217
	Studienziele zur Kurseinheit 6	218
6	Rauschen in nichtlinearen Zweitoren	219
6.1	Einführung	219
6.2	Probleme der Rauschcharakterisierung nichtlinearer Zweitore	220
6.3	$1/f$ -Rauschen	222
6.4	Amplituden- und Phasenrauschen	224
6.4.1	Rauschmodulation	224
6.4.2	Sinusförmige Amplituden- und Phasenmodulation	225
6.4.3	Spektren des Amplituden- und Phasenrauschens	227
6.5	Die normierte Einseitenbandrauschleistung	231
6.6	Amplituden- und Phasenrauschen von Verstärkern	232

	Seite
6.7 Übertragung von Amplituden- und Phasenschwankungen über nichtlineare Zweitore	236
6.7.1 Die Konversionsmatrix	236
6.7.2 Großsignalverstärker	240
6.7.3 Frequenzvervielfacher und -teiler	242
6.8 Messung des Phasenrauschens	244
Vorbemerkung zur Kurseinheit 7	249
Studienziele zur Kurseinheit 7	250
7 Rauschen von Oszillatoren	251
7.1 Eintor- und Zweitoroszillatoren	251
7.2 Schwingbedingung	252
7.3 Rauschen	255
7.3.1 Amplituden- und Phasenschwankungen in nicht- linearen Netzwerken	255
7.3.2 Übertragung von Amplituden- und Phasenschwankungen durch lineare Netzwerke	257
7.3.3 Oszillatorrauschen	259
7.4 Die Stabilitätsbedingung	262
7.5 Beispiele	263
7.5.1 Eintoroszillator mit Serienschwingkreis	263
7.5.2 Zweitoroszillator mit Transmissionsresonator	269
7.6 Störende Auswirkungen des Oszillatorrauschens	275
7.6.1 Heterodynempfang	275
7.6.2 Entfernungsmessung	277
7.6.3 Geschwindigkeitsmessung	278
7.6.4 Nachrichtenübertragung durch Frequenz- oder Phasenmodulation	280
7.6.5 Meßsystem für die Gasspektroskopie	281
7.7 Verfahren zur Reduzierung des Phasenrauschens	282
7.7.1 Phasensynchronisation	283
7.7.2 Phasenregelkreise	290
7.8 Messung des Oszillatorrauschens	295
7.8.1 Amplitudenrauschen	295
7.8.2 Phasenrauschen	297
Lösungen der Übungsaufgaben (Kapitel 1)	307
Lösungen der Übungsaufgaben (Kapitel 2)	317
Lösungen der Übungsaufgaben (Kapitel 3)	339
Lösungen der Übungsaufgaben (Kapitel 4)	363

	Seite
Lösungen der Übungsaufgaben (Kapitel 5)	373
Lösungen der Übungsaufgaben (Kapitel 6)	388
Lösungen der Übungsaufgaben (Kapitel 7)	400
Stichwortverzeichnis	413