



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Entwicklung der Kommunikationstechnik	1
1.2	GaN Technologie	3
1.3	GaN Sende-Empfänger	6
1.4	Aufbau der Arbeit	8
2	Rauscharme Verstärker	11
2.1	Rauschen in Systemen	11
2.1.1	Lineare Zweitordsysteme	11
2.1.2	Kaskadierte Systeme	15
2.2	Linearität	16
2.2.1	Einton Anregung	16
2.2.2	Zweiton Anregung	18
2.3	Grundlagen des LNA Designs	20
2.3.1	Arbeitspunkt und Bias-Schaltung	20
2.3.2	Stabilität	21
2.4	Sende- und Empfangssysteme	24
2.4.1	Linearität	24
2.4.2	Robustheit	25
2.4.3	Erholungszeit	28
3	GaN HEMT	31
3.1	FBH Technologie	32
3.2	GaN FBH Transistoren	33
3.2.1	Ersatzschaltbild	33
3.2.2	Arbeitspunkt	36



3.2.3	Der Ausfallmechanismus eines GaN HEMTs	38
3.2.4	Der Burn-in Prozess eines Transistors	41
3.2.5	Erholungszeit nach gepulsten Messungen	46
4	Optimierung von GaN LNAs	49
4.1	Hoch linearer LNA für X-Band Anwendungen	50
4.1.1	Schaltungsdesign	50
4.1.2	Messungen	52
4.2	Minimierung der Rauschzahl	56
4.2.1	Transformator-LNA	56
4.2.2	Transistorlayout	61
4.3	Robuster LNA (LNA5A)	67
4.3.1	Messergebnisse	73
4.4	Optimierung hoch robuster LNA	80
4.4.1	Redesign stacked LNA (LNA5B)	80
4.4.2	Entwurf stacked LNA (LNA4A)	85
4.4.3	Charakterisierung von stacked LNAs mit gepulster Überlast	90
5	Aufbau und Messung von Verstärkermodulen	97
5.1	Chipaufbau gestackter LNA	97
5.1.1	Flanschbau	98
5.1.2	Kupferträger und Gesamtaufbau von Test-Fixture	100
5.2	Das Messsystem	100
6	Zusammenfassung und Ausblick	105
6.1	Zusammenfassung	105
6.2	Ausblick	107
A	Abkürzungen und Symbole	109
B	Messergebnisse des Burn-in Prozesses	111
C	Ergebnisse der Überlast-Messungen LNA4A	113
D	Messplatz für die gepulsten Messungen	117