

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	iii
Abstract	v
Danksagung	vii
Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xviii
1. Einleitung	1
1.1. LC-Tank VCO-Architektur	3
1.2. Lineare Oszillatorkonzepte	5
1.3. Nichtlineares VCO-Entwurfskonzept dieser Arbeit	6
1.4. Gliederung der Arbeit	8
2. Kapazitätsmodellierung von MOS-Varaktoren im VCO	9
2.1. MOS-Varaktorarchitekturen	11
2.1.1. BSD-Varaktor	11
2.1.2. Akkumulationsmode-Varaktor	23
2.1.3. Inversionsmode-Varaktor	25
2.2. Varaktoren im VCO	33
2.2.1. Varaktorkapazität in Abhängigkeit des Ausgangssignals des VCOs	34
2.2.2. Analyse der Abstimmempfindlichkeit	35
3. Nichtlinearer VCO-Modellierungsansatz	39
3.1. Modellierung der integrierten Spulen	41
3.2. Modellierung der Varaktoren	44
3.2.1. Varaktorgüte	45
3.2.2. Analytische Approximation des Varaktorserienwiderstandes . . .	47
3.2.3. Vom Ausgangssignal des VCOs abhängige Varaktorkapazität . .	49

3.3.	Modellierung des kreuzgekoppelten Transistorpaares	54
3.3.1.	Nichtlineare Strom-Spannungs-Charakteristik	54
3.3.2.	Parasitäre Kapazitäten des kreuzgekoppelten Transistorpaares	60
3.3.3.	Ausgangswiderstand des kreuzgekoppelten Transistorpaares	64
3.4.	Modellierung der Biasstromquelle	65
3.5.	Resultierendes nichtlineares Differentialgleichungssystem	67
4.	VCO-Entwurf unter Verwendung nichtlinearer Analysemethoden	71
4.1.	Andronov-Hopf-Bifurkationsanalyse	72
4.1.1.	Stabilitätsuntersuchung: Bestimmung des ersten Ljapunovkoeffizienten	74
4.1.2.	Approximation der Amplitude der periodischen Lösung	80
4.1.3.	Anwendung der Bifurkationsanalyse auf das nichtlineare DGL-System eines LC-Tank VCOs	83
4.1.4.	Anwendung der Andronov-Hopf-Bifurkationsanalyse im VCO-Entwurf	91
4.2.	Methoden der Störungstheorie	95
4.2.1.	Mittelungsmethode nach Krylov, Bogoliubov und Mitropolsky	97
4.2.2.	Lie-Reihen basierte Mittelungsmethode	100
4.2.3.	Anwendung der Mittelungsmethode im VCO-Entwurf	104
4.3.	Methode der Harmonischen Balance	118
4.3.1.	Implementierung der Methode der Harmonischen Balance	119
4.3.2.	Bestimmung der Startwerte für die Methode der Harmonischen Balance	124
4.3.3.	Anwendung der Harmonischen Balance im VCO-Entwurf	126
5.	Systematischer VCO-Entwurfsablauf	135
5.1.	Beschreibung der einzelnen Schritte des systematischen VCO-Entwurfsablaufs	135
5.2.	Bewertung des VCO-Designs	147
6.	VCO-Entwurfsbeispiel – Anwendung des systematischen VCO-Entwurfsablaufs	151
6.1.	Entwurf eines 5,5 GHz VCOs für WLAN IEEE 802.11a Anwendungen	151
6.1.1.	Optimierung des Abstimmbereichs bei gleichzeitig geringer Leistungsaufnahme	153

6.2. Bewertung der Ergebnisse des systematischen VCO-Entwurfsablaufs . .	179
7. Zusammenfassung	186
Literaturverzeichnis	189
A. Anhang	200
A.1. Halbleiterladungsdichte des MOS-Transistors als Funktion des Oberflächenpotentials	200
A.2. Kapazität des MOS-Transistors als Funktion des Oberflächenpotentials	205
A.3. Extrinsische Kapazitäten eines MOS-Transistors	209
A.4. Im Varaktorkapazitätsmodell benötigte EKV-Modellparameter	213
A.5. Tangens Hyperbolicus Näherung der CV-Charakteristik von Inversionsmode-Varaktoren	214
A.6. Transformation auf reelle Jordan-Normalform	216
A.7. Berechnung der Taylorkoeffizienten g_{11} , g_{02} , g_{20} und g_{21}	219
A.8. Ablaufschema der Bifurkationsanalyse	220