

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der wichtigsten Formelzeichen und Symbole

1 Einleitung	1
2 Stand der Technik	5
2.1 Funktionsweise des HBTs	5
2.2 Kleinsignalmodelle	9
2.2.1 T-Ersatzschaltbild	10
2.2.2 Hybrid- π -Ersatzschaltbild	17
2.3 Großsignalmodelle	19
2.3.1 Das Ebers-Moll-Bipolarmodell	21
2.3.2 Das Gummel-Poon-Bipolarmodell	23
2.3.2.1 Early Effekt	25
2.3.2.2 Webster-Effekt	26
2.3.2.3 Kirk-Effekt	27
2.4 Einordnung des eigenen Beitrags	27
3 Temperatur als variabler Simulationsparameter	31
3.1 Statischer thermischer Widerstand	32
3.1.1 Theoretische Berechnung des thermischen Widerstands	36
3.1.1.1 Temperaturverteilung der punktförmigen Wärmequelle	36
3.1.1.2 Temperaturverteilung der quaderförmigen Wärmequelle	37
3.1.2 Messung des thermischen Widerstands	41
3.1.2.1 Thermischer Widerstand - Eigenerwärmung	42
3.1.2.2 Thermischer Widerstand - Fremderwärmung	50

3.2 Dynamisches Verhalten der Eigenerwärmung	53
4 Temperaturabhängiges HBT-Ersatzschaltbild für Hochfrequenzanwendungen	56
4.1 Einfügen der Temperatur ins Simulationsmodell	56
4.2 Das Gleichstromverhalten	58
4.2.1 Die gesteuerte Quelle I_{cc} zur Modellierung des Kollektorstroms	59
4.2.2 Die Charakteristik der Basis-Emitter-Diode	63
4.2.3 Die Charakteristik der Basis-Kollektor-Diode	66
4.2.4 Zusammenfassung	68
4.3 Das Kleinsignalverhalten	71
4.3.1 Parasitäre Padstruktur	72
4.3.2 Sperrschichtkapazitäten	74
4.3.3 Bestimmung der Parameter im Arbeitspunkt	78
4.3.4 Transitzeit	83
5 Verifikation des entwickelten Modells	87
5.1 Untersuchung eines Breitbandverstärkers	87
5.1.1 Schaltungsbeschreibung	88
5.1.2 Meßergebnisse	90
5.2 Spannungsgesteuerter Oszillator	94
5.2.1 Schaltungsbeschreibung	94
5.2.2 Meßergebnisse	96
5.3 Modellierung von Leistungstransistoren	101
6 Zusammenfassung und Ausblick	107

1.1 Zusammenfassung	107
1.2 Ausblick	109
Anhang	110
A Ableitung elektrischer Temperaturkoeffizienten im HBT	110
B Erzeugung einer Simulationsnetzliste zur gekoppelten elektrothermischen Simulation unter Berücksichtigung von Selbsterwärmung und Fremderwärmung	114
Literaturverzeichnis	117