

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1 Halbleiterdioden | 1 |
| 1.1 Dioden-Modell | 1 |
| 1.2 Statische Modellparameter der Schaltdiode 1N 4148 | 3 |
| 1.2.1 Simulation der Durchlasskennlinie | 3 |
| 1.2.2 Parameterextraktion über MODEL EDITOR | 4 |
| 1.2.3 Auswertung mit Gleichungen | 5 |
| 1.3 Transitzeit der Schaltdiode 1N 4148 | 6 |
| 1.3.1 Simulationsschaltung | 6 |
| 1.3.2 Extraktion der Transitzeit aus der Sperrerholungszeit | 7 |
| 1.4 Modellparameter der Kapazitätsdiode | 8 |
| 1.4.1 Kapazitätskennlinie | 8 |
| 1.4.2 Parameterextraktion über MODEL EDITOR | 8 |
| 1.4.3 Rechnerische Auswertung | 9 |
| 1.4.4 Grafisches Ermittlungsverfahren | 10 |
| 1.4.5 Simulation der Kapazitätskennlinie | 11 |
| 1.5 Modellparameter der Z-Diode 1N 750 | 12 |
| 1.5.1 Z-Kennlinie und differentieller Z-Widerstand | 12 |
| 1.5.2 Extraktion von BV und I_{BV} | 13 |
| 2 Bipolartransistoren | 14 |
| 2.1 Großsignalmodell | 14 |
| 2.2 Extraktion statischer Modellparameter | 17 |
| 2.2.1 Kennlinien bei $U_{CB} = 0$ | 17 |
| 2.2.2 Parameterextraktion von N_F , I_S , N_E und I_{SE} | 19 |
| 2.2.3 Abschätzung von B_F und I_{KF} | 19 |
| 2.2.4 Ermittlung der EARLY-Spannung V_{AF} | 21 |
| 2.2.5 Ermittlung des Kollektorbahnwiderstandes R_C | 22 |
| 2.3 Extraktion dynamischer Modellparameter | 24 |
| 2.3.1 Kapazitätsparameter | 24 |
| 2.3.2 Kleinsignalmodell | 26 |
| 2.3.3 Maximale stabile Leistungsverstärkung | 27 |
| 2.3.4 Extraktion von C_{JC} , R_B und T_F über die Leistungsverstärkungen | 29 |
| 2.3.5 Modellparameter zur Transitfrequenz | 35 |
| 3 Sperrschiert-Feldeffekttransistoren | 39 |
| 3.1 Großsignalmodell | 39 |
| 3.2 Extraktion von Modellparametern aus Kennlinien | 41 |
| 3.2.1 Ermittlung von Schwellspannung und Transkonduktanz | 41 |
| 3.2.2 Ermittlung der Bahnwiderstände | 43 |
| 3.3 Kleinsignalmodell | 44 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.4 | Maximale stabile Leistungsverstärkung | 45 |
| 3.4.1 | Berechnung | 45 |
| 3.4.2 | Simulationsschaltungen zur Leistungsverstärkung | 46 |
| 3.4.3 | Extraktion von Modellparametern | 48 |
| 3.5 | Ermittlung des Funkelrauschkoeffizienten | 50 |
| 4 | MOS-Feldeffekttransistoren | 55 |
| 4.1 | Großsignalmodell | 55 |
| 4.2 | Extraktion von Modellparametern aus Kennlinien | 57 |
| 4.3 | Kleinsignalmodelle von MOSFET | 61 |
| 4.4 | Maximale stabile Leistungsverstärkung | 62 |
| 4.4.1 | Berechnung für $U_{BS} = 0$ | 62 |
| 4.4.2 | Simulationsschaltungen zur Leistungsverstärkung | 62 |
| 4.4.3 | Extraktion von Modellparametern über v_{ps} | 67 |
| 4.4.3.1 | Parameter des NMOSFET | 67 |
| 4.4.3.2 | Parameter des PMOSFET | 69 |
| 5 | Leistungs-MOS-Feldeffekttransistor | 71 |
| 5.1 | Modellparameter des Leistungs-MOSFET IRF 150 | 71 |
| 5.2 | Extraktion der Modellparameter | 71 |
| 5.2.1 | Statische Modellparameter | 71 |
| 5.2.2 | Vierpol-Kapazitäten | 73 |
| 5.2.3 | Maximale stabile Leistungsverstärkung | 76 |
| 5.2.3.1 | Simulationsschaltungen zu v_{ps} | 76 |
| 5.2.3.2 | Ermittlung von Modellparametern über die Leistungsverstärkung | 77 |
| 6 | Operationsverstärker | 81 |
| 6.1 | Aufbau und Hauptkenngrößen | 81 |
| 6.2 | Gleichstrom-Modelle | 83 |
| 6.2.1 | Analysen zu den Makromodellen | 83 |
| 6.2.1.1 | Übertragungskennlinie | 83 |
| 6.2.1.2 | Eingangs- und Betriebsruheströme | 83 |
| 6.2.1.3 | Übertragungsfunktion | 84 |
| 6.2.1.4 | Gleichtaktkenngrößen | 84 |
| 6.2.2 | Erzeugung der linearen Gleichstrom-Modelle | 88 |
| 6.2.2.1 | Einfache Gleichstrom-Modelle | 88 |
| 6.2.2.2 | Erweitertes Gleichstrom-Modell | 91 |
| 6.3 | Kleinsignal-HF-Modelle | 94 |
| 6.3.1 | Frequenzanalysen am Makromodell | 94 |
| 6.3.1.1 | Frequenzgang der Differenzverstärkung | 94 |
| 6.3.1.2 | Frequenzgang der Gleichtaktunterdrückung | 96 |
| 6.3.2 | Erzeugung der HF-Modelle | 97 |
| 6.3.2.1 | HF-Modell für den Differenzbetrieb | 97 |
| 6.3.2.2 | HF-Modell für den Gleichtaktbetrieb | 98 |

| | |
|---|-----|
| 7 Optokoppler | 101 |
| 7.1 Prinzipschaltung und elektrische Kenngrößen | 101 |
| 7.2 Parameterextraktion zur LED | 102 |
| 7.2.1 Extraktion von Parametern aus Strom-Spannungs-Kennlinien | 102 |
| 7.2.1.1 Durchlasskennlinie | 102 |
| 7.2.1.2 Sperrkennlinie | 103 |
| 7.2.2 Extraktion von Parametern aus der Kapazitätskennlinie | 104 |
| 7.2.3 Extraktion der Transitzeit aus der Sperrerholungszeit | 105 |
| 7.3 Parameterextraktion zum Fototransistor | 106 |
| 7.3.1 Extraktion von Parametern aus Strom- Spannungs-Kennlinien | 106 |
| 7.3.2 Extraktion der Early-Spannung aus dem Ausgangskennlinienfeld | 110 |
| 7.3.3 Extraktion von Parametern aus Kennlinien für den Inversbetrieb | 111 |
| 7.3.4 Extraktion von Modellparameter aus den Kapazitätskennlinien | 114 |
| 7.3.5 Extraktion von Modellparametern aus der Leistungsverstärkung v_{ps} | 115 |
| 7.3.5.1 Transitzeit in der Vorwärtsrichtung | 115 |
| 7.3.5.2 Transitzeit in der Rückwärtsrichtung | 116 |
| 7.3.6 Auswertung der Transitzeiten über die Transitfrequenz | 118 |
| 7.4 Parameterextraktion zum Optokoppler | 119 |
| 7.4.1 Analyse des Stromübertragungsfaktors | 119 |
| 7.4.2 Gleichstrom-Modell des Optokopplers | 121 |
| 7.4.3 Statische Kennlinien | 125 |
| 7.4.4 NF-Signal-Übertragung | 127 |
| 7.4.5 Frequenzabhängigkeit des Stromübertragungsfaktors | 128 |
| 7.4.6 Temperaturabhängigkeit des Optokopplers | 131 |
| Literaturverzeichnis | 133 |
| Sachwortverzeichnis | 134 |