

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| Kurzfassung | III |
| Abstract | V |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Motivation | 1 |
| 1.2 Stand der Technik | 4 |
| 1.2.1 Sechstorbasierte Messtechnik | 4 |
| 1.2.2 Verfahren zur Distanzmessung | 5 |
| 1.2.3 Verfahren zur Frequenzmessung | 8 |
| 1.3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit | 9 |
| 2 Grundlagen der Sechstorinterferometrie | 11 |
| 2.1 Die Sechstorstruktur | 11 |
| 2.1.1 Mathematische Beziehungen | 12 |
| 2.1.2 Leistungsdetektion | 18 |
| 2.1.3 Signalkonditionierung im Basisband | 20 |
| 2.1.4 Implementierungsvarianten | 22 |
| 2.2 Das Sechstor im Vergleich zum multiplikativen Mischer | 27 |
| 2.2.1 Arbeitsbereich | 28 |
| 2.2.2 Rauschverhalten | 28 |
| 2.2.3 Harmonische Verzerrungen | 31 |
| 2.2.4 Intermodulationseigenschaften | 31 |
| 2.2.5 Fazit der Gegenüberstellung | 34 |
| 2.3 Anwendungsspezifische Realisierungen des Sechstorsystems | 35 |
| 2.3.1 Distanzmessung | 35 |
| 2.3.2 Frequenzmessung | 38 |
| 3 Systemgrenzen und Kompensationsmöglichkeiten | 43 |
| 3.1 Auswahl des Frequenzbandes | 43 |
| 3.2 Fehlereinflüsse der Komponenten | 46 |
| 3.2.1 Stabilität der Signalquelle | 46 |
| 3.2.2 Systeminhärente Störsignale | 52 |
| 3.2.3 Antenneneigenschaften | 58 |
| 3.2.4 Nichtidealitäten der Sechstorstruktur | 62 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.3 | Pfadeffekte | 65 |
| 3.3.1 | Dämpfung | 65 |
| 3.3.2 | Änderung der Ausbreitungseigenschaften | 69 |
| 3.3.3 | Mehrzieleffekte und Zieleigenschaften | 71 |
| 3.4 | Auswirkungen der Digitalisierung | 77 |
| 3.4.1 | Phasenfehler durch sequentielle Abtastung | 77 |
| 3.4.2 | Wahl der Abtastfrequenz | 87 |
| 3.4.3 | Diskretisierungsfehler durch Abtastung | 89 |
| 3.5 | Messbereichserweiterung | 91 |
| 3.5.1 | Kompensation durch Mehrtonverfahren | 92 |
| 3.5.2 | Systemkonzeptionierung für Zweittonverfahren | 96 |
| 3.6 | Fehlerkompensationsstrategien | 100 |
| 3.6.1 | Linearisierung durch Kreisabbildung | 101 |
| 3.6.2 | Komplexwertige Vektorlinearisierung | 104 |
| 3.6.3 | In-situ-Linearisierung mit variablem Referenznormal | 108 |
| 4 | Umsetzung der vorgestellten Konzepte | 111 |
| 4.1 | Abstandsmessung | 111 |
| 4.1.1 | Messaufbau zur Abstandsmessung | 111 |
| 4.1.2 | Ergebnisse der Freiraummessung | 115 |
| 4.1.3 | Ergebnisse der Messung im Wellenleiter | 121 |
| 4.1.4 | Miniaturisiertes Sensormodul iSys-5001 | 126 |
| 4.2 | Frequenzmessung | 129 |
| 4.2.1 | Messaufbau zur Frequenzmessung | 129 |
| 4.2.2 | Ergebnisse der Frequenzmessung | 130 |
| 4.3 | Diskussion der Ergebnisse | 133 |
| 4.3.1 | Distanzmessung | 133 |
| 4.3.2 | Frequenzmessung | 136 |
| 5 | Zusammenfassung | 139 |
| | Literaturverzeichnis | 143 |
| | Tabellen und Abbildungen | 153 |
| | Danksagung | 157 |
| | Eigene Veröffentlichungen | 159 |