

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Einleitung | 1 |
| 1 Freisprecheinrichtungen | 3 |
| 1.1 Akustische Kopplung zwischen Lautsprecher und Mikrofon | 3 |
| 1.2 Echos und Instabilität | 4 |
| 1.3 Verfahren zur Erhöhung der Echodämpfung und Stabilisierung | 5 |
| 1.4 Erhöhung der Echodämpfung und Stabilisierung durch Echokompensation | 6 |
| 2 Adaptive Echokompensation | 8 |
| 2.1 Vorbemerkungen | 8 |
| 2.2 Adaptionsalgorithmen | 13 |
| 2.3 Adaptionssteuerung | 14 |
| 2.3.1 Der gut abgegliche K ompensator | 17 |
| 2.3.2 Der schlecht abgegliche K ompensator | 22 |
| 3 Wellenausbreitung in Räumen | 23 |
| 3.1 Schallfeldgleichungen in der Luft | 23 |
| 3.1.1 Dynamische Grundgleichung | 24 |
| 3.1.2 Kontinuitätsgleichung | 26 |
| 3.1.3 Zustandsgleichung | 28 |
| 3.1.4 Wellengleichung | 29 |
| 3.2 Kirchhoffsches Beugungsintegral | 30 |
| 4 Auswirkungen typischer Änderungen der akustischen Randbedingungen von Räumen auf die Übertragungseigenschaften von LRM-Systemen | 35 |
| 4.1 Anforderungen an das Simulationsprogramm | 35 |
| 4.2 Berechnung des Potentials mit dem Kirchhoffschen Integral | 38 |
| 4.3 Digitale Weiterverarbeitung der Ergebnisse | 41 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.4 | Simulationsergebnisse | 44 |
| 4.4.1 | Bewegungen von Personen | 45 |
| 4.4.2 | Wind und Temperaturschwankungen | 73 |
| 4.5 | Vergleich mit Messungen im reflexionsarmen Raum | 77 |
| 4.6 | Messungen in realer Umgebung | 80 |
| 5 | Ein Gegensprechdetektor basierend auf der Auswertung typischer Änderungen von Raumimpulsantworten | 82 |
| 5.1 | Auswirkungen typischer Änderungen der Raumimpulsantwort auf den mittleren quadratischen Fehler | 84 |
| 5.2 | Auswirkungen lokaler Sprachsignale auf den mittleren quadratischen Fehler | 86 |
| 5.3 | Kriterien zur Adaptionsteuerung | 87 |
| 5.3.1 | Leistungsschätzung | 90 |
| 5.3.2 | Auswerten der Kriterien | 91 |
| 5.4 | Hinweise zum Filterentwurf | 91 |
| 5.4.1 | Optimierung der Grenzfrequenz | 92 |
| 5.4.2 | Anforderungen an die zu entwerfenden Filter | 98 |
| 5.4.3 | Entwurf der Filter | 99 |
| 5.5 | Aufwand | 103 |
| 5.6 | Simulation der Raumübertragungsfunktion | 104 |
| 5.6.1 | Simulation des LRM-Systems | 105 |
| 5.6.2 | Simulation von Systemänderungen | 107 |
| 5.7 | Simulationsergebnisse | 109 |
| 5.7.1 | Trennung von Systemänderungen und Störungen | 109 |
| 5.7.2 | Entscheidungsschwellen | 118 |
| 5.7.3 | Reaktionszeit des Detektors bei Systemänderungen | 119 |
| 6 | NLMS-Algorithmus mit neuem Gegensprechdetektor | 121 |
| 6.1 | Optimale Schrittweite des NLMS-Algorithmus bei weißer, Gaußscher Anregung | 121 |
| 6.2 | Schätzen der optimalen Schrittweite für zeitlich konstante Systeme . . . | 122 |
| 6.3 | Erhöhung der Konvergenzgeschwindigkeit bei Anregung mit farbigen Signalen | 130 |
| 6.4 | Simulationsergebnisse | 131 |

| | | |
|-------|--|------------|
| 6.4.1 | Detektion von Systemänderungen bei der Adaption mit konstanter Schrittweite | 131 |
| 6.4.2 | Verlauf des mittleren Systemabstands bei Adaption mit der optimalen Schrittweite | 135 |
| 6.4.3 | Systemänderungen und Störungen bei Anregung mit Sprachsignalen | 137 |
| | Zusammenfassung und Ausblick | 141 |
| | Wichtige Symbole und Formelzeichen | 143 |
| | Literaturverzeichnis | 144 |