

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Nichtrekursive Filter | 9 |
| 2.1 | Einführung | 9 |
| 2.1.1 | Eigenschaften nichtrekursiver Systeme | 9 |
| 2.1.2 | Aufgabenstellung | 20 |
| 2.1.3 | Frequenztransformationen | 22 |
| 2.2 | Minimierung des mittleren Fehlerquadrates | 27 |
| 2.3 | Modifikationen des $\min L_2$ -Entwurfs | 30 |
| 2.3.1 | Änderung der Wunschfunktion | 30 |
| 2.3.2 | Fourier-Approximation mit Fensterbewertung | 33 |
| 2.4 | Minimierung des gewichteten mittleren Fehlerquadrates | 38 |
| 2.5 | Entwurf ausgehend von diskreten Wunschwerten | 42 |
| 2.6 | Tschebyscheff-Approximation | 46 |
| 2.6.1 | Die Extraripple-Lösung | 46 |
| 2.6.2 | Tschebyscheff-Tiefpässe | 49 |
| 2.6.3 | Remez-Austauschalgorithmus | 53 |
| 2.6.4 | Vergleich von Tschebyscheff-Tiefpässen | 62 |
| 2.6.5 | Mehrbandssysteme | 64 |
| 2.6.6 | Ergänzungen und abschließende Bemerkungen | 67 |
| 2.7 | Minimierung der L_2 -Norm mit Nebenbedingungen | 70 |
| 2.7.1 | Einführung | 70 |
| 2.7.2 | Entwurfsverfahren | 73 |
| 2.7.3 | Numerische Durchführung | 81 |
| 2.7.4 | Vergleich von $\min L_2 N$ - und Tschebyscheff-Tiefpässen | 86 |
| 2.8 | Filter mit flachem Frequenzgang | 88 |
| 2.8.1 | Einführung | 88 |
| 2.8.2 | Tiefpässe mit flachem Frequenzgang bei $\Omega = 0$ und $\Omega = \pi$ | 90 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 2.8.3 | Dolph-Tschebyscheff-Filter | 93 |
| 2.8.4 | Tiefpässe mit flachem Frequenzgang bei $\Omega = 0$ und Tschebyscheff-Verhalten im Sperrbereich | 95 |
| 2.8.5 | Abschließende Bemerkungen | 100 |
| 2.9 | Nichtrekursive Halbbandfilter | 101 |
| 2.9.1 | Definition und Eigenschaften | 101 |
| 2.9.2 | Entwurf nichtrekursiver Halbbandfilter | 104 |
| 2.10 | Minimalphasige nichtrekursive Filter | 113 |
| 2.11 | Entwurf ausgehend von komplexen Wunschfunktionen | 127 |
| 2.11.1 | Einführung | 127 |
| 2.11.2 | Minimierung des gewichteten mittleren Fehlerquadrats bei komplexen Wunschfunktionen | 128 |
| 2.11.3 | Entwurf ausgehend von diskreten komplexen Wunschwerten | 130 |
| 2.11.4 | Tschebyscheff-Approximation bei komplexen Wunschfunktionen | 137 |
| | Literaturverzeichnis | 147 |
| 3 | Rekursive Filter | 155 |
| 3.1 | Einleitung | 155 |
| 3.2 | Transformationen | 157 |
| 3.2.1 | Die bilineare Transformation | 157 |
| 3.2.2 | Die Reaktanz-Transformation Reaktanz!-Transformation | 162 |
| 3.2.3 | Die Allpaß-Transformation | 171 |
| 3.3 | Entwurf des normierten kontinuierlichen Tiefpasses | 184 |
| 3.3.1 | Allgemeines | 184 |
| 3.3.2 | Standardlösungen für den Entwurf normierter Tiefpässe | 187 |
| 3.3.3 | Abschließende Bemerkungen | 202 |
| 3.4 | Praktische Durchführung des Entwurfs | 207 |
| 3.4.1 | Übersicht | 207 |
| 3.4.2 | Transformation in den normierten kontinuierlichen Tiefpaß | 211 |
| 3.4.3 | Entwurf des normierten kontinuierlichen Tiefpasses | 216 |
| 3.4.4 | Transformation in das gewünschte Filter | 223 |
| 3.4.5 | Abschließende Bemerkungen | 230 |
| 3.5 | Entwurf digitaler Filter im z -Bereich | 234 |
| 3.6 | Entwurf von Allpässen | 237 |
| 3.6.1 | Einführung | 237 |
| 3.6.2 | Diskrete Wunschwerte $b_w(\Omega_i)$ | 238 |
| 3.6.3 | Entwurf von Laufzeitgliedern | 241 |
| 3.6.4 | Allpässe zur Phasenentzerrung | 255 |
| 3.7 | Gekoppelte Allpässe | 263 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3.7.1 | Einführung | 263 |
| 3.7.2 | Entwurf und Realisierung minimalphasiger Systeme als gekoppelte reellwertige Allpässe | 268 |
| 3.7.3 | Entwurf und Realisierung minimalphasiger Systeme mit einem komplexwertigen Allpaß | 285 |
| 3.7.4 | Zusammenfassende Bemerkungen | 294 |
| 3.7.5 | Reelle Systeme mit näherungsweise linearer Phase | 296 |
| 3.8 | Rekursive Halbbandfilter | 304 |
| 3.8.1 | Einführung | 304 |
| 3.8.2 | Entwurf näherungsweise linearphasiger Halbbandfilter .. | 307 |
| 3.8.3 | Minimalphasige Halbbandfilter | 315 |
| 3.9 | Entwurf von Systemen mit gewünschtem Zeitverhalten | 329 |
| 3.9.1 | Einführung | 329 |
| 3.9.2 | Das Prony-Verfahren | 330 |
| 3.9.3 | Digitale Simulation kontinuierlicher Systeme | 338 |
| 3.10 | Ergänzungen zum Entwurf von Cauer-Filtern | 352 |
| 3.10.1 | Die Jacobischen elliptischen Funktionen | 352 |
| 3.10.2 | Rationale Tschebyscheff-Funktionen | 357 |
| 3.10.3 | Übertragungsfunktion $G(w)$ des Cauer-Tiefpasses | 365 |
| | Literaturverzeichnis | 369 |
| 4 | Spezielle Systeme | 375 |
| 4.1 | Einführung | 375 |
| 4.2 | Verarbeitung von Meßwerten | 376 |
| 4.2.1 | Aufgabenstellung | 376 |
| 4.2.2 | Bestimmung der Koeffizienten eines Näherungspolynoms | 377 |
| 4.2.3 | Glättung | 381 |
| 4.2.4 | Mittelung quer zum Prozeß | 396 |
| 4.3 | Aufgaben der numerischen Mathematik | 405 |
| 4.3.1 | Differentiation | 405 |
| 4.3.2 | Numerische Integration | 426 |
| 4.3.3 | Interpolation | 432 |
| 4.4 | Systeme zur Hilbert-Transformation | 461 |
| 4.4.1 | Aufgabenstellung und Lösungsmöglichkeiten | 461 |
| 4.4.2 | Nichtrekursive Hilbert-Transformatoren | 466 |
| 4.4.3 | Rekursive Hilbert-Transformatoren | 470 |
| 4.5 | Prädiktoren und Systeme mit negativer Gruppenlaufzeit | 483 |
| 4.5.1 | Prädiktoren | 483 |
| 4.5.2 | Systeme mit negativer Gruppenlaufzeit | 485 |
| | Literaturverzeichnis | 491 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5 | Programmbibliothek zur Digitalen Signalverarbeitung | 497 |
| 5.1 | Einführung in MATLAB® und die DSV-Bibliothek | 497 |
| 5.1.1 | Aufbau der DSV-Bibliothek | 498 |
| 5.1.2 | Verfügbarkeit der DSV-Bibliothek | 498 |
| 5.2 | Übersicht über die MATLAB® -Funktionen | 499 |
| 5.2.1 | Systemanalyse | 501 |
| 5.2.2 | Frequenztransformationen | 503 |
| 5.2.3 | Transformation der Übertragungsfunktionen | 504 |
| 5.2.4 | Entwurf nichtrekursiver Filter | 508 |
| 5.2.5 | Entwurf rekursiver Filter | 513 |
| 5.2.6 | Entwurf von Laufzeitgliedern | 516 |
| 5.2.7 | Entwurf von gekoppelten Allpässen | 517 |
| 5.2.8 | Aufgaben der numerischen Mathematik | 519 |
| 5.2.9 | Halbbandfilter | 521 |
| 5.2.10 | Hilbert-Transformatoren | 522 |
| 5.2.11 | Strukturen | 523 |
| 5.2.12 | Simulation und Messung an Systemen | 524 |
| 5.2.13 | Mathematik und Matrizenrechnung | 525 |
| 5.2.14 | Hilfsfunktionen | 526 |
| 5.3 | Dokumentation der DSV-Funktionen | 527 |
| | Literaturverzeichnis | 527 |
| | Sachverzeichnis | 529 |
| | Programmverzeichnis | 533 |