

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	Mehrbandsysteme	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

VIII Inhaltsverzeichnis

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-TransformationReaktanz!-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-Filttern	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 Programmzbibliothek 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