

Inhaltsverzeichnis

Teil I – Grundlagen

1. Korrelationssignale und Korrelationsempfang	1
1.1 Korrelationsempfang gestörter Signale	2
1.2 Einführende Anwendungsbeispiele	6
1.2.1 Beispiel 1: Radartechnik	7
1.2.2 Beispiel 2: Codemultiplex-Technik	8
1.3 Analoge und digitale Korrelationssignale	10
1.4 Aperiodische und periodische Korrelationssignale	13
2. Korrelationsfunktionen und Korrelationsfolgen	16
2.1 Korrelation als Ähnlichkeitsmaß	16
2.2 Aperiodische Korrelationsfunktionen von Folgen	18
2.2.1 Grundbeziehungen	18
2.2.2 Verknüpfung aperiodischer Folgen	20
2.3 Periodische Korrelationsfunktionen von Folgen	23
2.3.1 Grundbeziehungen	23
2.3.2 Verknüpfung periodischer Folgen	27
2.4 Folgen mit „gutem“ Korrelationsverhalten	28
2.4.1 Begriff der Korrelationsfolgen	28
2.4.2 Eigenschaften von Folgen mit perfekter bzw. zweiwertiger periodischer Autokorrelationsfunktion	29
3. Algebraische Folgen	31
3.1 Modulo-Operationen	31
3.2 Differenzmengen-Folgen	32
3.3 Legendre-Folgen	34
3.4 Polynom-algebraische Folgen (Galois-Folgen)	38
3.4.1 Lineare, rekursive Folgen und Schieberegistergeneratoren	38
3.4.2 Galois-Felder $GF(p)$	40
3.4.3 Lineare Maximalfolgen im $GF(2)$	43
3.4.4 Lineare Maximalfolgen im $GF(p)$	48
3.4.5 Abbildung in Folgen mit zweiwertiger periodischer Autokorrelationsfunktion	54
a) Dreiwertige perfekte Folgen	54
b) Inkohärente Binärfolgen	55
c) Ipatov-Folgen	56

3.4.6 Erweiterte Galois-Felder	60
3.4.7 Maximalfolgen im GF(p^n)	63
3.4.8 Erzeugung von m-Folgen mit der trace-Funktion	66

Teil II – Korrelationsfolgen und -familien

4. Folgen mit gutem periodischen Korrelationsverhalten	68
4.1 Korrelationsgütemaße	68
4.2 Binärfolgen mit guter periodischer Autokorrelationsfunktion	68
4.3 Perfekte Binär- und Ternärfolgen hoher Energieeffizienz	72
4.3.1 Asymmetrische Binärfolgen und Energieeffizienz	72
4.3.2 Ternärfolgen	73
4.3.3 Perfekte Produktfolgen	76
4.4 Perfekte reellwertige Folgen maximaler Energieeffizienz	78
4.5 Inkohärente periodische Binärfolgen	78
4.6 Komplexwertige Korrelationsfolgen	82
4.6.1 Uniforme komplexwertige Folgen und ihre Realisierung	82
4.6.2 Uniforme P-phasige m-Folgen	84
4.7 Perfekte uniforme Folgen	85
4.7.1 Frank-Zadoff-Chu-Folgen und Frank-Folgen	86
4.7.2 P-phasige Produktfolgen	87
4.7.3 Perfekte Biphasen-Folgen	88
4.7.4 Perfekte Triphasen-Folgen	89
5. Familien periodischer Korrelationsfolgen	91
5.1 Perfekte Familien	91
5.2 Schranken der Korrelationsgüte	92
5.3 Familien binärer m-Folgen	93
5.3.1 Kreuzkorrelationseigenschaften binärer m-Folgen	93
5.3.2 Carter-Theorem und Gold-Folgen-Familien	95
5.3.3 Familien von Kasami-Folgen	97
5.4 Familien inkohärenter periodischer Binärfolgen	98
5.5 Familien mit perfekten periodischen Kreuzkorrelationsfunktionen	102
5.6 Perfekte Familien in einem Meßfenster	104
5.7 Familien komplexwertiger m-Folgen	105
5.7.1 Familien komplexwertiger p-närer m-Folgen	106
5.7.2 Erweitertes Carter-Theorem und komplexwertige Gold-Folgen-Familien	106
5.8 Familien von Frank-Zadoff-Chu- und „Cubic-phase“-Folgen	108
5.8.1 Frank-Zadoff-Chu-Familien	108
5.8.2 Familien von „Cubic-phase“-Folgen	109
5.9 Komplexwertige Familien mit perfekten periodischen Kreuzkorrelationsfunktionen	110
5.10 Perfekte uniforme Familien in einem Meßfenster	110

6. Folgen mit gutem aperiodischen Korrelationsverhalten	112
6.1 Gütemaße impulsähnlicher Autokorrelationsfunktionen	112
6.2 Binärfolgen hoher Korrelationsgüte	113
6.2.1 Barker-Folgen	113
6.2.2 Lindner-Folgen	114
6.2.3 Golay-Folgen	116
6.2.4 Boehmer-Folgen	117
6.2.5 Schroeder-Folgen	118
6.3 Binäre Zufallsfolgen und Schranken für Binärfolgen	118
6.4 Inkohärente aperiodische Binärfolgen (Golomb-Lineale)	120
6.5 Reellwertige Huffman-Folgen	123
6.6 Uniforme komplexwertige Folgen	126
6.6.1 Numerisch bestimmte uniforme Folgen	127
6.6.2 Uniforme P -Phasen-Folgen	129
6.7 Komplexwertige Huffman-Folgen	132
7. Familien aperiodischer Korrelationsfolgen	134
7.1 Schranken der Korrelationsgüte	134
7.2 Aperiodische Eigenschaften periodischer Familien	135
7.3 Familien inkohärenter Barker-Folgen	136
7.4 Familien komplexwertiger Folgen	137
7.4.1 Familien von Frank-Zadoff-Chu-Folgen	137
7.4.2 Luchanskaya-Khevrolin-Familien	138
8. Vektorwertige Folgen und Familien	141
8.1 Einführung vektorwertiger Folgen	141
8.2 Welti-Folgen und -Familien	142
8.2.1 Definition und Synthese	142
8.2.2 Existenzbedingungen für Familien von Welti-Folgen	146
8.2.3 Empfang von Welti-Signalen	147
8.3 Komplementär-Folgen und -Familien	148
8.4 Höherwertige und komplexwertige Welti- und Komplementär-Folgen	150
8.4.1 Ternäre Folgen	150
8.4.2 Uniforme Welti- und Komplementär-Folgen	151
8.5 Even-Folgen	151
8.6 Frequenzsprung-Folgen und -Familien	152
9. Ergänzende Themen zu Korrelationsfolgen	156
9.1 Mismatched-Filterung	156
9.1.1 Aperiodischer Fall	156
9.1.2 Periodischer Fall	157
9.2 Orthogonale Folgen und Matrizen	160
9.2.1 Binäre Orthogonalfolgen	160
9.2.2 Ternäre Orthogonal-Folgen und -Matrizen	163

13.4 Familien inkohärenter Binärarrays	244
13.5 Familien mit perfekter Kreuzkorrelation	244
13.6 Perfekte Familien in einem Meßfenster	246
13.7 Familien komplexwertiger Arrays	248
13.8 Uniforme komplexwertige Familien mit perfekten periodischen Kreuzkorrelationsfunktionen	248
13.9 Perfekte uniforme Familien in einem Meßfenster	249
14. Arrays mit gutem aperiodischen Korrelationsverhalten	250
14.1 Gütemaße	250
14.2 Binärarrays hoher Korrelationsgüte	250
14.2.1 Barker-Arrays	250
14.2.2 Zufallsgesteuerte Suche	251
14.2.3 Aperiodische Eigenschaften periodischer Binär- und Ternärarrays	252
14.3 Inkohärente Binärarrays	253
14.4 Costas-Arrays	255
14.5 Huffman-Arrays	257
14.6 Uniforme komplexwertige Arrays	257
15. Familien aperiodischer Korrelationsarrays	259
15.1 Schranken der Korrelationsgüte	259
15.2 Aperiodische Eigenschaften periodischer Familien	259
15.3 Familien komplexwertiger Arrays	261
16. Vektorwertige Arrays	264
16.1 Welti-Arrays und -Familien	264
16.1.1 Definition und Synthese	264
16.1.2 Höherdimensionale Welti-Arrays	266
16.1.3 Existenzbedingungen höherdimensionaler Welti-Arrays	267
16.2 Komplementär-Arrays und -Familien	268
16.3 Ternäre Welti- und Komplementär-Arrays	270
17. Ergänzende Themen zu Korrelationsarrays	271
17.1 Mismatched-Filterung	271
17.2 Orthogonale Arrays und Matrizen	272
17.3 Hexagonale Arrays	275
18. Anwendungen von Korrelationsarrays	277
18.1 Strahler und Antennen mit codierter Apertur	277
18.1.1 Elektroakustik	277
18.1.2 Interferometer-Arrays	278
18.1.3 Abbildung mit codierten Masken	278
18.1.4 Abbildung dreidimensionaler Objekte	279

18.2 Radar-Gruppencodierung	280
18.3 Weitere Anwendungen von Korrelationsarrays	282
19. Neue Familien uniformer Folgen	284
19.1 Prime-Phase-Folgen	284
19.2 Familien uniformer orthogonaler Folgen mit konstanten Auto- und Kreuzkorrelationsnebenwerten	285
Anhang	288
 Symbole und Formelzeichen	288
 Akkronyme	290
Literaturverzeichnis	291
Sachverzeichnis	305