

Inhaltsverzeichnis

Symbol- und Abkürzungsverzeichnis	v
1 Einleitung	1
1.1 UWB-Kommunikation	3
1.2 Zielsetzung und Gliederung der Arbeit	5
2 Grundlagen zur Ultrabreitband-Kommunikation	9
2.1 Definition ultrabreitbandiger Signale	9
2.2 Regulatorische Rahmenbedingungen	9
2.3 Ultrabreitbandige Pulsformen und deren Erzeugung	12
2.3.1 Konventionelle Pulsformen	12
2.3.2 Optimierte Pulsformen	14
2.4 Modulationstechniken	15
2.4.1 On Off Keying (OOK)	16
2.4.2 Pulse Position Modulation (PPM)	16
2.4.3 Orthogonale Pulsmodulation (OPM)	17
2.5 Time Hopping (TH) Codierung	18
2.5.1 Generierung von TH-Codes	18
2.6 Synchronisierung	20
2.7 Allgemeines Sendermodell	21
2.8 Einführung in Systembetrachtungen	22
2.8.1 Datenrate	22
2.8.2 Bitfehlerrate	22
2.8.3 Zusammenhang $S.N.R$ und E_b/N_0	23
2.8.4 Link Budget	24
3 Optimierung von Pulsform und Modulation	27
3.1 Filterentwurf durch zeitdiskrete Digitalfilter	29
3.2 Direkter Entwurf einer optimalen Pulsform durch FIR Filter	30
3.2.1 Optimalpuls durch Fenster-Methode	32
3.2.2 Optimalpuls durch Frequenzabtastungs-Methode	36
3.2.3 Optimalpuls durch direkte Maximierung des NESP	40
3.3 Optimalpuls durch Formung eines Generatorpulses	42
3.3.1 Überführung in ein konvexes Optimierungsproblem	46
3.3.2 Direkte Lösung des nicht-konvexen Optimierungsproblems	55
3.4 Erzeugung neuartiger hocheffizienter orthogonaler Pulsformen	61

4	Kritische UWB-Systemkomponenten und Designparameter	69
4.1	Kritische Systemkomponenten	70
4.1.1	Oszillator	70
4.1.2	Analoges Sendefilter	71
4.1.3	Antennen	71
4.1.4	Kanal	72
4.1.5	Interferenz	72
4.1.6	Rauscharmer Verstärker	72
4.1.7	Analog-Digital-Wandlung	73
4.2	Kritische Designparameter	73
5	Messdatenbasierte Modellierung der nicht-idealen Systemkomponenten	75
5.1	Jitter	75
5.2	Modulator und Codierer	76
5.3	Pulsform	76
5.4	Analoges Sendefilter	77
5.4.1	Analogfilter für die FCC-Maske	78
5.4.2	Analogfilter für die europäische Regulierung	84
5.5	Sende- und Empfangsantenne	91
5.6	UWB-Funkkanal	95
5.6.1	Verifikation des UWB-Kanalmodells	102
5.7	Rauschen	104
5.8	Interferenz	105
5.9	Rauscharmer Verstärker (LNA)	105
5.10	Empfangsfilter	108
5.11	Analog-Digital-Wandler	108
6	Modellierung diverser Empfängerarchitekturen	109
6.1	Kohärenter Empfänger für PPM und OOK Modulation	109
6.1.1	Verhalten bei AWGN-Störung	110
6.1.2	Verhalten bei Mehrwegekanal und AWGN-Störung	112
6.1.3	Verhalten bei nicht-idealer Hardware	113
6.2	Inkohärenter Empfänger	113
6.2.1	Detektion mit MAX-Methode	113
6.3	Empfänger für orthogonale Modulation	114
7	Analyse des Systemverhaltens	117
7.1	Systemeffekte im Zeitbereich und Frequenzbereich	117
7.1.1	Einfluss der PPM-Modulation	118
7.1.2	Einfluss der TH-Codierung	120
7.1.3	Einfluss des Sendefilters	121
7.1.4	Einfluss von Antennen und Kanal	122
7.1.5	Einfluss von AWGN Rauschen	123
7.1.6	Einfluss des Low Noise Amplifiers	123

7.1.7	Einfluss des Empfangsfilters	124
7.1.8	Referenzsignal	126
7.2	Performance bei Variation von Systemparametern	127
7.2.1	Einfluss der Datenrate	128
7.2.2	Einfluss eines Synchronisierungsfehlers	130
7.2.3	Einfluss von Jitter	131
7.3	Performance-Vergleich für konventionelle und optimale Pulsform . . .	133
7.4	Performance-Vergleich für europäische und FCC Regulierung	134
7.5	Einfluss der Sende- und Empfangshöhe sowie von Verkipfung	139
8	Einfluss von Empfängerarchitektur und Modulation	141
8.1	Demodulation bei PPM Modulation	141
8.1.1	Kohärenter Empfänger	141
8.1.2	Inkohärenter Empfänger	141
8.1.3	Vergleich kohärente und inkohärente Detektion	144
8.2	Demodulation mit hocheffizienten Orthogonalpulsen (OPM)	144
9	Systemoptimierung durch Kompensation	149
9.1	Kompensation der Sendeantenne	149
9.1.1	Kompensation durch modifizierte Zielmaske	152
9.1.2	Kompensation durch inverse Gewinnfunktion	152
9.1.3	Vergleich der Performance	154
10	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	159
A	Tschebyscheff-Filterkoeffizienten	163
	Literatur	165
	Lebenslauf	179