

Dipl.-Ing. Volker Strubenhoff,
Villingen-Schwenningen

Synchronisationsverfahren für die OFDM-Übertragung beim digitalen terrestrischen Fernsehen

Reihe **10**: Informatik/
Kommunikationstechnik Nr. **513**

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Formelzeichen	VII
Einleitung	1
1 Übertragungskette für die digitale terrestrische Fernsehübertragung	4
1.1 Prinzipieller Aufbau des Übertragungssystems	4
1.2 Quellencodierung	5
1.2.1 Definition des MPEG-Standards	7
1.2.2 Prädiktion von Bildern nach dem MPEG-Standard	7
1.2.3 Transformationskodierung nach dem MPEG-Standard	9
1.2.4 Steuerung der Datenrate nach dem MPEG-Standard	10
1.3 Kanalkodierung	10
1.3.1 Lineare Blockcodes	11
1.3.2 Faltungskodes	12
1.3.3 Verkettete Codes	13
1.3.4 Interleaving	13
2 Klassische Verfahren zur digitalen Datenübertragung	14
2.1 Modulationsverfahren zur Übertragung von digitalen Signalen	14
2.2 Demodulationsverfahren	18
2.3 Trägersynchronisation	21
2.4 Symboltaktsynchronisation	23
3 Das OFDM-Verfahren	26
3.1 Beschreibung des Verfahrens	26
3.2 OFDM-Modulator	30
3.3 OFDM-Demodulator	32
4 Anforderungen an AFC und Tuneroszillator bei OFDM	37
4.1 Zeitlich konstante Frequenzablage	37
4.1.1 Stochastische Größen des Demodulationsfehlers	43
4.1.2 Wahrscheinlichkeitsdichte des Demodulationsfehlers	46
4.1.3 Die erforderliche Frequenzgenauigkeit	49
4.2 Phasenrauschen des Tuneroszillators	55
5 AFC und Abtastrateneinstellung bei OFDM	61
5.1 Bekannte Verfahren	62
5.1.1 Der CAZAC-Algorithmus	62

5.1.2	Andere bekannte Verfahren	65
5.2	Der T-Algorithmus und seine Erweiterung	68
5.2.1	Das Grundprinzip des T-Algorithmus	68
5.2.2	Herleitung des T-Algorithmus	71
5.2.3	Maßnahmen zur Verminderung des Einflusses von Störungen beim T-Algorithmus	75
5.2.4	Der Fangbereich des T-Algorithmus	78
5.2.5	Das Grundprinzip des erweiterten T-Algorithmus	79
5.2.6	Herleitung des erweiterten T-Algorithmus	81
5.2.7	Maßnahmen zur Verminderung des Einflusses von Störungen beim erweiterten T-Algorithmus	83
5.2.8	Der Fangbereich des erweiterten T-Algorithmus	85
5.2.9	Eigenschaften des T-Algorithmus und seiner Erweiterung	86
5.3	Erweiterung des CAZAC-Algorithmus	87
5.3.1	Beschreibung des erweiterten CAZAC-Algorithmus	87
5.3.2	Begründung für die Funktionsfähigkeit des erweiterten CAZAC-Algorithmus	89
5.4	Einstellung von Tuneroszillator und Abtastrate unter Verwendung der Algorithmen	90
5.5	Simulationsergebnisse	92
5.6	Vergleich des T-Algorithmus mit anderen Algorithmen	107
6	Verfahren zur Symboltaktsynchronisation bei OFDM	109
6.1	Aufgabe und bekannte Verfahren	109
6.2	Ein neues Symboltaktsynchronisationsverfahren	111
6.2.1	Das Grundprinzip des Verfahrens	111
6.2.2	Nachweis des Grundprinzips	112
6.2.3	Mittelung zur Verminderung des Einflusses von Rauschen	113
6.2.4	Effiziente Implementierung und Rechenaufwand	117
6.2.5	Simulationsergebnisse	118
	Zusammenfassung	128
	A Nähere Erklärungen zu Kapitel 4	130
	B Nähere Erklärungen zu Kapitel 5	144
B.1	Mittelung beim erweiterten T-Algorithmus	144
B.2	Die Filterübertragungsfunktion im Regelkreis	145
	Literaturverzeichnis	146