

Forschungsberichte aus dem Arbeitsbereich Nachrichtentechnik  
der Universität Bremen

Band 12

**Lars Brötje**

**Fehlereinflüsse in direktmischenden Strukturen  
zur OFDM-Übertragung**

D 46 (Diss. Universität Bremen)

Shaker Verlag  
Aachen 2005

**Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Bremen, Univ., Diss., 2004

Copyright Shaker Verlag 2005

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-3687-2  
ISSN 1437-000X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen  
Telefon: 02407/95 96-0 • Telefax: 02407/95 96-9  
Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • eMail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

Bei der kostengünstigen Herstellung von Sendern bzw. Empfängern zur hochrätigen Datenübertragung sind Strukturen von Interesse, die wenige Baugruppen aufweisen und auf möglichst nur einem Chip implementierbar sind (Single-Chip-Lösung). Besonders geeignet erscheinen hier direktmischende Architekturen (direct conversion transmitter/receiver), bei denen die Mischung aus dem HF-Bereich (Bandpassbereich) ohne Nutzung einer Zwischenfrequenz direkt ins Basisband erfolgt. Insbesondere durch die hohen Trägerfrequenzen der modernen Übertragungssysteme (z.B. WLAN mit 2,4 bzw. 5 GHz) ist die Realisierung dieser Strukturen mit Problemen verbunden: Aufgrund von Fertigungstoleranzen im analogen Aufbau der Filter und Mischer kommt es zu sogenannter IQ-Unsymmetrie, die die Leistungsfähigkeit des Übertragungssystems erheblich degradieren kann. Ein weiteres zentrales Problem bilden dem Nutzsignal überlagerte Gleichanteile (DC-Offsets).

Um aufwändige und somit teure Abgleichmaßnahmen in der Fertigung zu vermeiden, bietet sich eine Korrektur der Effekte im digitalen Bereich an.

In dieser Arbeit sollen daher derartige Schätz- und Korrekturalgorithmen gefunden und hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit untersucht werden. Die Algorithmen orientieren dabei sich am amerikanischen WLAN-Standard IEEE802.11a bzw. dem europäischen Äquivalent HIPERLAN/2.

Die Arbeit enthält nach einer Einführung in die verwendete Übertragungstechnik OFDM mit einer Darstellung der für die Arbeit relevanten Parameter des WLAN-Standards IEEE802.11a einen Einblick in verschiedene Empfängerstrukturen mit Darlegung ihrer jeweiligen Vor- und Nachteile. Da, wie bereits erwähnt, für die Hersteller direktmischende Konzepte in Sender und Empfänger aufgrund der geringen Kosten von besonderem Interesse sind, werden einige Fehlereinflüsse untersucht, die verstärkt bei diesen Strukturen auftreten.

Neben der Problematik von bei der direkten Mischung ins Basisband entstehenden Gleichanteilen liegt ein Schwerpunkt auf der Schätzung und Korrektur von IQ-Unsymmetrien. Des Weiteren enthält die Arbeit eine Untersuchung von MISO-OFDM-Systemen hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit auf Trägerfrequenzfehler oder IQ-Unsymmetrie.

Die Auswertung einiger realer Datenübertragungen im 2,4GHz-Band schließt diese Arbeit ab.

Direct conversion architectures are of great interest for manufacturers because they consist of relatively few parts compared to other architectures and simplifies a single chip implementation, which reduces costs significantly. In combination with high carrier frequencies used in modern wireless communication systems, like WLAN (2.4 and 5 GHz respectively), direct conversion receivers shows some major disadvantages.

DC-Offsets occur which may be even greater than the desired signal. Saturizing the A/D-Converters, they can produce severe nonlinear distortions. Furthermore, an analogue implementation of mixers and lowpass filters is necessary. This leads to impairments due to deviations between these elements located in inphase signal branch and these in quadrature phase signal branch. The effect is called I/Q mismatch or I/Q imbalance.

Therefore, this PhD thesis deals with an estimation and correction of errors caused by direct conversion architectures in digital domain.

After a short introduction into OFDM and the WLAN standard IEEE802.11a or HIPERLAN/2 respectively several receiver architectures are presented. For the following chapters the focus is on errors which occurs especially in direct conversion receivers. Starting with combating DC-Offsets, a main part of this thesis is about estimation and correction of I/Q imbalance. The effects of I/Q imbalances are investigated for classical OFDM as well as for MISO-OFDM-systems, i.e. CDD-OFDM and STBC-OFDM. Some tests using real data transmission in the 2.4 GHz ISM band concludes the thesis.