

Selected Topics in Communications Technologies

Zisan Zhang

**Analysis, Design and Optimization
of RF CMOS Polyphase Filters**

Shaker Verlag
Aachen 2005

Bibliographic information published by Die Deutsche Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data is available in the internet at <http://dnb.ddb.de>.

Zugl.: Duisburg-Essen, Univ., Diss., 2005

Copyright Shaker Verlag 2005

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-4542-1
ISSN 1860-2800

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen
Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9
Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Analysis, Design, and Optimization of RF CMOS Polyphase Filters

Zisan Zhang

Abstract

Polyphase filters (PPFs) are an efficient solution for high accuracy quadrature generation in radio frequency (RF) CMOS design. Although there are some guidelines for design of RF CMOS PPFs, they give too much freedom. With layout considerations, optimization of RF CMOS PPFs cannot be reached by using analytical calculations because of many constraints and tradeoffs in the design. Thus, in design of RF CMOS PPFs, intensive trials and several design iterations are needed to reach given specifications. In this situation, a computer-aided analysis and design optimization tool for RF CMOS PPFs is of great help to the community of RF CMOS PPFs designers, especially for industrial projects that are under time-to-market pressures. However, such a dedicated tool has not been available until now, to the author's best knowledge. Focusing on computer-aided analysis and design optimization tools for RF CMOS PPFs, this dissertation has the following scientific contributions:

- PPFANA, a dedicated computer-aided software tool for analysis of the influences from the nonideal effects, namely, process tolerance, components mismatch on the quadrature accuracy of the RF CMOS PPFs, was developed by the author and presented in this dissertation.
- Physical design considerations for RF CMOS PPFs in system-on-a-chip (SoC) solution were proposed by the author through the analysis on the influences from parasitic effects in RF SoC.
- Silicon success of an RF CMOS PPF designed by the author for a low-IF Bluetooth receiver using Fraunhofer-IMS 0.6 μm CMOS process was achieved.
- PPFOPTIMA, a computer-aided synthesis and optimization tool for RF CMOS PPFs with dedicated worst-case simulation and Monte Carlo simulation toolboxes for verification of the performance of RF CMOS PPFs, was developed by the author and presented in this dissertation.

Analysis, Design, and Optimization of RF CMOS Polyphase Filters

Zisan Zhang

Zusammenfassung

Polyphasenfilter (PPF) sind eine leistungsfähige Lösung für die hochgenaue Quadraturerzeugung im Hochfrequenz (HF)-CMOS-Entwurf. Obgleich es einige Richtlinien für den Entwurf von HF-CMOS-PPF gibt, erlauben diese zu viele Freiheiten. Eine Optimierung der Schaltung und der Layout kann mit Rücksicht auf viele technisch und wirtschaftlich vorgegebene Randbedingungen und der daraus resultierenden Kompromisse mit analytischen Methoden alleine nicht erreichen werden. Es werden aufwändige Versuche und mehrere Entwurfsverbesserungen benötigt, um einen zufriedenstellenden Entwurf zu erreichen. Deshalb ist ein computerbasiertes Werkzeug zur Analyse und Optimierung des Entwurfs von HF-CMOS-PPF besonders für den industriellen Anwendungsbereich wünschenswert. Nach bestem Wissen des Autors gab es bislang ein solches Werkzeug nicht. Im Hinblick auf computerbasierte Werkzeuge zur Analyse und Optimierung des Entwurfs von HF-CMOS-PPF bringt die vorliegende Dissertation folgende wissenschaftliche Beiträge:

- PPFANA, ein spezielles Entwurfswerkzeug für die Simulation der Einflüsse von den nichtidealen Effekten wie beispielsweise von Prozessstoleranzen, von Fehlanpassungen der Komponenten und der Quadraturgenauigkeit, wurde vom Autor entwickelt und vorgestellt.
- Richtlinien für den Entwurf von HF-CMOS-PPF auf „System-on-a-Chip“-Lösungen werden vom Autor unter Berücksichtigung parasitärer Effekte erarbeitet und vorgeschlagen.
- Die erfolgreiche Realisierung eines HF-CMOS-PPF für einen Bluetooth-Empfänger mit niedriger Zwischenfrequenz wurde mit dem Fraunhofer-IMS 0.6 μm CMOS Prozeß nachgewiesen.
- PPFOPTIMA, ein Synthese- und Optimierungswerkzeug für HF-CMOS-PPF auf Basis von Worst-Case- und Monte-Carlo-Simulationen wurde vom Autor entwickelt und vorgestellt.