



Doctoral Thesis

## Multi-Standard CMOS Baseband Filters for Wireless Communication Receiver

**Author(s):**

Blattmann, René M.

**Publication Date:**

2016

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-010794506> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No. 23706

# Multi-Standard CMOS Baseband Filters for Wireless Communication Receiver

A dissertation submitted to  
ETH ZURICH

for the degree of  
Doctor of Sciences

presented by

RENÉ MATTHIAS BLATTMANN  
MSc ETH  
born March 18th, 1983  
citizen of Oberrieden ZH, Switzerland

accepted on the recommendation of  
Prof. Dr. Qiuting Huang, examiner  
Prof. Dr. Hans-Andrea Loeliger, co-examiner

2016

# Abstract

Mobile broadband internet access has become widely accessible in the last years and has pushed the popularity of smart phones, tablets and other mobile devices. Third generation (3G) networks are commonly available and also fourth generation (4G) systems are growing. Second generation (2G) networks are still used as fall-back technology or for wide area coverage. Therefore, radio handsets are required to support a multitude of wireless communication standards.

The dynamic range requirements of cellular communication is too challenging for direct A/D conversion at the antenna. Consequently, programmable analog receiver circuits are needed for the wide range of carrier frequencies and signal bandwidths to be covered. The design of multi-standard baseband filters for such wireless receivers is described in this thesis.

Frequency and gain programmability, as well as power efficiency and silicon area are key aspects for the baseband filter. A 6th order active-RC lowpass filter is found most suitable for the challenging requirements. The wide range of bandwidths is covered by an elaborate scaling scheme. Active-RC circuits are known to be power hungry, therefore a technique to compensate for reduced amplifier speed and gain during the filter design is presented.

Two multi-standard baseband filters have been implemented in a 130 nm CMOS technology. The first design supports all 2G, 3G and LTE bandwidths with 8 discrete cutoff frequency settings and a limited fine-tuning range. The cutoff frequency of the second design can be tuned quasi-continuously between 156 kHz and 40 MHz. Therefore, this circuit can handle any signal bandwidth in the provided range, including 4G and WLAN standards.

# Kurzfassung

Die Verfügbarkeit von mobilem Breitband-Internet hat in den letzten Jahren stark zugenommen und hat die Popularität von Smart Phones, Tablets und anderen mobilen Geräten gefördert. Mobilfunknetze der dritten Generation (3G) sind weit verbreitet und auch Systeme der vierten Generation (4G) werden ausgebaut. Netzwerke der zweiten Generation (2G) werden jedoch immer noch als Absicherung oder zur Abdeckung von grossen Gebieten verwendet. Deshalb muss ein Mobilfunkgerät heutzutage verschiedenste Standards erfüllen.

Die Anforderungen von Mobilfunkstandards an den Dynamikbereich des Empfängers sind zu hoch für eine direkte A/D Wandlung an der Antenne. Folglich werden programmierbare analoge Empfängerschaltungen benötigt um den grossen Bereich von Trägerfrequenzen und Signalbandbreiten abzudecken. Das Design von Multi-Standard Basisband-Filtern für solche Empfänger ist Thema dieser Arbeit.

Programmierbarkeit, Stromverbrauch und Chipfläche sind Schlüsselaspekte für das Basisband-Filter. Es wurde festgestellt, dass ein Active-RC Filter die hohen Anforderungen am besten erfüllt. Der Frequenzbereich wird mit einer durchdachten Skalierung abgedeckt. Active-RC Schaltungen weisen generell einen hohen Stromverbrauch auf, deshalb wird eine Technik vorgestellt um den Einfluss von reduzierter Verstärker-Bandbreite beim Filter-Design zu kompensieren.

Zwei Multi-Standard Basisband-Filter wurden in einer 130 nm CMOS Technologie implementiert. Das erste Design verfügt über alle 2G, 3G und LTE Bandbreiten durch 8 diskrete Frequenzschritte. Die Grenzfrequenz des zweiten Designs kann von 156 kHz bis 40 MHz eingestellt werden. Dadurch unterstützt es eine beliebige Signalbandbreite im verfügbaren Bereich, inklusive 4G und WLAN Standards.