



Series in
Signal and
Information
Processing

Volume I

Diss. ETH No 13878

Single-Amplifier Biquadratic MOSFET-C Filters

A dissertation submitted to the
Swiss Federal Institute of Technology, Zürich
for the degree of
Doctor of Technical Sciences

presented by

Hanspeter Schmid

dipl. El.-Ing. ETH
born on February 8, 1969
citizen of Härkingen SO



accepted on the recommendation of
Prof. Dr. George S. Moschytz, examiner
Prof. Dr. Qiuting Huang, co-examiner

November 2000

Hartung
Görre
Konstanz

Abstract

This dissertation discusses the theory of single-amplifier biquadratic filters (SABs) and their implementation as CMOS video-frequency filters. It shows that building filters as cascades of single-amplifier biquadratic MOSFET-C sections is a viable alternative to using biquadratic Gm-C filter sections. The advantage of MOSFET-C SABs is that they typically use less chip area than a Gm-C filter with equivalent speed, distortion, noise, and power consumption.

The first part of this dissertation discusses the theory of integrated amplifiers, provides a new perspective of the current-mode vs. voltage-mode debate, and discusses the theory of SABs and the effects that amplifier non-idealities have on them.

The second part discusses second-order MOSFET-C networks and how to design filters with them, presents perfectly symmetrical video-frequency current amplifiers, one with fixed gain and one with variable gain, and contains measurement results of test circuits from two chips.

The third part presents a brief comparison of the MOSFET-C SABs presented in this dissertation to other video-frequency filters, and finishes with a discussion of design trade-offs and ideas for future research on the topic.

Kurzfassung

Diese Doktorarbeit beschreibt die Theorie der biquadratischen Filter mit einem Verstärker (Single-amplifier Biquads, SABs) und ihre Implementation als CMOS Videofrequenzfilter. Sie zeigt auf, dass MOSFET-C SABs als Baublöcke für Filter höherer Ordnung eine gute Alternative zu den gängigen Gm-C Filterblöcken sein können, weil sie typischerweise eine kleinere Chipfläche benötigen, wenn sie auf dieselben Werte von Geschwindigkeit, Verzerrungen, Rauschen und Leistungsverbrauch ausgelegt sind.

Der erste Teil dieser Arbeit erläutert die Theorie der integrierten Verstärker, wirft neues Licht auf die Current-Mode-Voltage-Mode Debatte und diskutiert die Theorie der SABs und die Effekte, welche Nichtidealitäten der Verstärker auf diese SABs haben.

Im zweiten Teil werden MOSFET-C Netzwerke zweiter Ordnung besprochen, und es wird gezeigt, wie man damit Filter entwirft. Dazu werden perfekt symmetrische Videofrequenzverstärker eingeführt, einer mit festgesetzter und einer mit variabler Verstärkung. Der zweite Teil enthält auch diverse Messungen der Schaltungen von zwei Testchips.

Der dritte Teil enthält einen kurzen Vergleich der hier vorgestellten MOSFET-C SABs mit anderen Videofrequenzfiltern. Er beschreibt zusammenfassend die gegenseitigen Abhängigkeiten der beim Entwurf getroffenen Entscheidungen und der Leistungsmerkmale der Filter. Als Abschluss werden einige Ideen für zukünftige Forschungswege besprochen.