

DISS. ETH Nr. 9600

Switched-Capacitor Realisierung von Estimations-Algorithmen für adaptive Filter und MFSK Empfänger

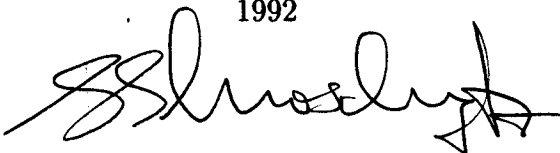
ABHANDLUNG
Zur Erlangung des Titels
Doktor der technischen Wissenschaften

der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
ULRICH MENZI
dipl. El. Ing. ETH
geboren am 13. März 1959
von Filzbach (Gl)

Angenommen auf Antrag von:
Prof. Dr. G.S. Moschytz, Referent
Prof. Dr. W. Guggenbühl, Korreferent

1992



Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit wird die Switched-Capacitor (SC) Realisierung von Estimationsalgorithmen anhand von zwei Beispielen untersucht.

Beim ersten Beispiel handelt es sich um die SC Realisierung eines adaptiven Transversalfilters nach dem Least-Mean-Square (LMS) Algorithmus. Ein Konzept für diese Realisierung wird beschrieben, das aus den folgenden vier Grundbaublöcken besteht: Verzögerungselement, Summator, Integrator, Multiplikator. In einer Fehleranalyse werden die Auswirkungen nichtidealer Effekte von SC Schaltungen auf das Verhalten des Filters untersucht. Es wird gezeigt, dass Nichtidealitäten im Transversalfilter-Teil durch ein zusätzliches Datum praktisch vollständig eliminiert werden können, während die Offsetfehler der Multiplikatoren und Integratoren die grössten Fehlerquellen des Adaptions-Teils darstellen. Diese Effekte können durch spezielle offsetkompensierte Schaltungen eliminiert werden. Durch die Verwendung der vorgeschlagenen Offset-Kompensationsmethoden kann die Genauigkeit des adaptiven SC Filters beträchtlich verbessert werden. Im Vergleich zur digitalen Realisierung hat die SC Realisierung den Vorteil, dass Leistungsbedarf und Schaltungskomplexität geringer sind. Auf der anderen Seite ist die Genauigkeit der SC Realisierung geringer als im digitalen Fall. Aus diesem Grund kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die SC Realisierung bei den Anwendungen vorteilhaft ist, wo ihre beschränkte Genauigkeit akzeptiert werden kann.

Im zweiten Beispiel werden SC Transversalfilter für die Minimum Frequency-Shift Keying (MFSK) Demodulation untersucht. Dazu werden SC Transversalfilter mit verschiedenen Grundbaublöcken und unter Verwendung der morphologischen Methode entwickelt. Die daraus resultierenden Transversalfilterstrukturen werden untereinander bezüglich Chipflächenbedarf (in 3μ CMOS Technologie) und Bitfehlerwahrscheinlichkeit eines MFSK Demodulators, in welchem diese Strukturen verwendet werden, verglichen. Es zeigt sich, dass bezüglich der Qualität alle betrachteten Strukturen für die gewählte Anwendung etwa gleich gut geeignet sind und dem theoretischen Optimum sehr nahe kommen.

Stichworte: Switched-Capacitor Schaltungen, Adaptive Filter, Least-Mean-Square (LMS) Algorithmus, Minimum Frequency-Shift Keying (MFSK), Transversalfilter, FIR Filter

Abstract

In this thesis, the switched-capacitor (SC) realization of estimation algorithms is investigated by means of two examples.

In the first example, an approach to the SC implementation of an adaptive transversal-filter based on the least-mean-square (LMS) algorithm is described. A concept for such a realization is presented, which consists of the following basic elements: delay element, summing circuit, integrator and multiplier. In an error analysis, the influence of nonideal effects of SC networks on the behavior of the filter is investigated. It is shown that nonidealities in the transversal-filter part can be eliminated almost entirely by an additional constant tap element. The main error sources in the adaptation part are the multiplier and integrator offset-errors, which can be compensated using special offset-free circuits for the realization of the adaptation algorithm. Using the proposed offset-compensation schemes, the accuracy of the switched-capacitor adaptive filter can be improved considerably. Compared to their digital counterparts, adaptive SC filters offer lower power consumption and a simpler circuit structure; however, they have lower accuracy. Therefore, the use of SC circuits for the implementation of adaptive filters is advantageous in those applications where low accuracy is acceptable.

In the second example, the use of SC transversal-filters for minimum frequency-shift keying (MFSK) demodulation is discussed. The SC transversal-filters are developed using different SC building blocks and a morphological approach. The resulting SC transversal-filter structures are compared with respect to both chip area requirements (for implementation in 3μ CMOS technology) and bit error probability when implemented in an MFSK receiver. It is shown that, in terms of performance, the considered structures are all equally suitable for this particular application.

Indexing terms: switched-capacitor circuits, adaptive filters, least-mean-square (LMS) algorithm, minimum frequency-shift keying (MFSK), transversalfilter, finite impulse response (FIR) filter