



Doctoral Thesis

Signalangepasste Filter in Oberflächenwellentechnik

Author(s):

Schelbert, Peter Gottfried

Publication Date:

1992

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000647781> →

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 Nr. 9799

SIGNALANGEPASSTE FILTER IN OBERFLÄCHENWELLENTÉCHNIK

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

PETER GOTTFRIED SCHELBERT

**Dipl. El. Ing. ETH
geboren am 14. 2. 1959
von Muotathal (SZ)**

Angenommen auf Antrag von

**Prof. Dr. W. Bächtold, Referent
Dr. P. Kartaschoff, Korreferent**

Zürich, 1992

*22. 7. 92
W. Bächtold*

Kurzfassung

Verbesserte Methoden für die Synthese, die Analyse, die Optimierung und Messung signalangepasster Filter in Oberflächenwellentechnik (Surface-Acoustic-Wave) werden vorgestellt.

Die Theorie wird illustriert durch ein Beispiel eines SAW-Filters für Ausbreitungsmessungen. Das Filter wirkt als Korrelator und ist angepasst auf eine BPSK-modulierte Pseudozufallsfolge.

Ein zweites Beispiel ist ein Modul bestehend aus zwei SAW-Filtern zur asynchronen Demodulation von DPSK-modulierten Spread-Spectrum Signalen.

Die Synthese erlaubt neben dem Erfüllen spezifizierter Zeitbereichscharakteristik, die Integration einer zusätzlichen Bandpassfunktion ohne die Zeitbereichsspezifikationen zu verletzen. Das signalangepasste SAW-Filter beinhaltet demzufolge eine zusätzliche linearphasige Bandpassfilterung.

Die Analyse basiert auf dem bekannten Ladungsverteilungsmodell. Das Modell wurde erweitert durch das Berücksichtigen der Ausbreitungsdämpfung der Oberflächenwelle und der wandlerinternen Reflexionen, die durch die Metallfingerstruktur erzeugt werden.

Ein Optimierungsalgorithmus wird vorgeschlagen, der die durch obiges Modell berechneten Abweichungen zwischen effektiver und analysierter Impulsantwort korrigiert.

Zwei signalangepasste Filter werden beschrieben:

- Ein Korrelator mit einer relativen Genauigkeit der Mittenfrequenz von 15×10^{-6} . Die gemessene Dämpfung des Korrelators im Sperrbereich betrug in der Nähe der Grenzfrequenz 45 dB und erreichte maximal 58 dB. Die Amplituden der Nebenspitzen der Korrelation wurden 33.4 dB unter der Haupt-Korrelationsspitze gemessen, verglichen mit dem theoretischen Wert von 33.5 dB.

- Ein SAW-DPSK-Spread-Spectrum Demodulator mit einer Dämpfung im Sperrbereich von 47 dB. Das Verhältnis Korrelationsspitze zu Nebenspitzen ist theoretisch 33 dB, gemessen 30.5 dB. Die Unterdrückung des Übersprechen des komplementären Signals betrug gemessen 31.5 dB verglichen mit dem theoretischen Wert von 36.4 dB.

Eine Korrektur der Gewichtungen, basierend auf Messungen, könnte das Korrelationsverhältnis für signalangepasste SAW-Filter bis auf einen geschätzten Wert von 40 dB steigern.

Ein Verfahren basierend auf einer Drei-Wandler Anordnung eines SAW-Filters erlaubt die Extraktion der effektiven Impulsantwort eines Wandlers. Es werden drei gemessene S-Parameter Sets benötigt. Ein SAW-Filter mit zwei Wandlern kann durch einen dritten Messwandler vollständig charakterisiert werden. Die aus den Messungen extrahierte Impulsantwort erlaubt die Identifizierung der effektiven Wellenanregung jedes Wandlertingers.

Abstract

Improved methods for the synthesis, analysis, optimization and measurement of signal-matched SAW (Surface-Acoustic-Wave) filters are presented.

The theory is illustrated by an example of a SAW-transversal filter designed for propagation measurements, which performs a correlation on a BPSK-modulated pseudo-random code.

A second example is a module consisting of two SAW-filters for asynchronous demodulation of DPSK-Spread-Spectrum signals.

The synthesis fulfills specified time-domain performance as well as allowing the integration of a supplementary pass-band shaping function, without degrading the time-domain specifications. The signal-matched filter can be configured to include the performance of a linear phase IF-filter.

The analysis is based on the well known Charge Distribution Model. An extension to this model is proposed which includes propagation losses and internal reflections in the transducers caused by the metal fingers. The model allows to compute quickly and accurately the surface-wave response.

A model-based optimization algorithm allows correction of the transducer weighting.

Two signal-matched filters have been described:

- A correlator with a relative accuracy of the center frequency of 15×10^{-6} . The stopband rejection of the correlator was measured to be at least 45 dB near the cut-off region, increasing to 58 dB in both directions. The time-domain sidelobes were measured to be 33.4 dB lower than the main correlation peak comparable to the theoretical value of 33.5 dB.

- A SAW-DPSK-Spread-Spectrum demodulator achieved a stopband rejection of 47 dB. The time-domain sidelobe ratio of the demodulation-characteristic was calculated to be 33 dB and measured to be 30.5 dB. The suppression of the crosstalk of the complementary signal was 31.5 dB compared to a theoretically possible 36.4 dB.

Correction of the weighting based on measurements may increase the time-domain sidelobe ratio to an estimated 40 dB.

An improved characterization procedure, based on a 3-transducer configuration of a SAW-filter, allows the effective impulse-response of one transducer to be extracted. This procedure is based exclusively on three S-parameter measurement sets. An ordinary two-transducer SAW-device can be conveniently analyzed by placing a third test transducer in between them. This procedure allows the SAW-excitation of the individual taps of the transducers to be determined to a high accuracy.