



HOCHSCHULE BREMEN
FAKULTÄT 4: ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIK

**Implementierung eines
selbsteinstellenden Filters auf Basis
eines spannungsgesteuerten
Biquad-Filters**

Exposé

Nils Renner (5197659)

Ansprechpersonen

Prof. Dr. Mirco Meiners

1 Titel

Deutsch: Implementierung eines selbsteinstellenden Filters auf Basis eines spannungsgesteuerten Biquad-Filters

Englisch: Implementation of a Self-Tuned Filter Based on a Voltage-Controlled Biquad Filter

2 Forschungsthema

Diese Bachelorarbeit beschäftigt sich mit selbsteinstellenden (self-Tuned) Filtern. Dabei wird ein spannungsgesteuerter Filter (Voltage Controlled Filter, VCF) durch einen Phasendetektor so eingestellt, dass seine Grenzfrequenz mit der Frequenz des Eingangssignals übereinstimmt. Dies soll auch dann funktionieren, wenn die Bauteilbedingte Grenzfrequenz eine andere sein sollte. So verlieren Bauteiltoleranzen in der Praxis von Bedeutung, da diese Abhängigkeit verloren geht. Als Grundstruktur soll hier ein Biquad dienen, der durch den Einsatz von zwei analogen Multiplizierern in den frequenzbestimmenden Integratoren zu einem VCF erweitert wird.

3 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist die Implementierung eines selbsteinstellenden Filters sowie die Entwicklung einer entsprechenden Platine. Der Filter soll so programmiert und gesteuert werden, dass er den oben beschriebenen Anforderungen entspricht. Darüber hinaus soll das System in der Lage sein, die eingestellte Grenzfrequenz zu bestimmen – sowohl über direkte Frequenzzählung als auch gegebenenfalls mithilfe einer FFT, um Vergleichsmöglichkeiten zu schaffen. Ein optionales Ziel ist die Entwicklung einer einfachen App oder einer webbasierten Oberfläche zur Visualisierung und Steuerung des Filters.

4 Forschungsstand/Konzept

Die grundlegende Schaltung, die in dieser Arbeit weiterentwickelt wird, ist im ASLK PRO-Manual von Texas Instruments (Experimente 4 und 5) beschrieben. Auf dieser Basis soll ein variabler, selbsteinstellender Filter entworfen werden, der über einen Mikrocontroller, wie den europäischen RP2350, angesteuert und angepasst werden kann.

5 Vorläufige Gliederung

5.1 Einleitung

5.1.1 Vorbetrachtung

5.1.2 Beschreibung der Bachelorthesis

5.2 Tools

5.3 Theorie (Stand 6. Semester) / Theoretische Grundlagen

5.3.1 Grundlagen und mathematische Herleitung des Biquad-Filter

5.3.2 Einfluss der Bauteilgrößen und Parameter auf das Frequenzverhalten

5.3.3 Zusammenfassung des bisherigen Standes und offene Fragen

5.4 Weiterführende Theorie

5.4.1 Analoger Multiplizierer als Baustein

5.4.2 Phasendetektor

5.4.3 Aufbau und Steuerung des Voltage Controlled Filters

5.4.4 Sensitivitätsanalyse

5.4.5 Ausblick auf die Praktische Umsetzung / Messmethoden

5.5 Simulation

5.5.1 Frequenzsweep

5.5.2 Ermittlung der Grenzfrequenz

5.5.3 Filterbereich des Filters

5.6 Schaltungsentwurf/ Design des Systems

5.6.1 Design des Schaltplans

5.6.2 Design der Platine

5.6.3 Design des Codes

5.7 Aufnahme der Messergebnisse

5.8 Auswertung

5.9 Fazit und Ausblick

5.10 Anhang

6 Literaturverzeichnis

[1], [2], [3], [4], [5], [6]

Literatur

- [1] K. Rao und C. Ravikumar, *Analog System Lab Kit PRO Manual*. Texas Instruments, 2012.
- [2] S. Franco, *Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits*, 4. Aufl. McGraw-Hill, 2015.
- [3] H. Göble, *Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik*, 6. Aufl. Springer, 2019.
- [4] R. Schaumann und M. E. V. Valkenburg, *Design of Analog Filters*, 2. Aufl. Oxford University Press, 2009.
- [5] Dr. KRK Rao. „5. Self-Tuned Filters.avi.“ Accessed: 2025-10-06. Adresse: <https://www.youtube.com/watch?v=ES7v2SNBWYI>.
- [6] Prof. K. Radhakrishna Rao. „Lecture - 23 Self Tuned Filter.“ Accessed: 2025-10-06. Adresse: <https://www.youtube.com/watch?v=FHWkxyAyh08>.