

Hochschule Bremen
City University of Applied Sciences



Analoge Schaltungen: Selftuned Filter

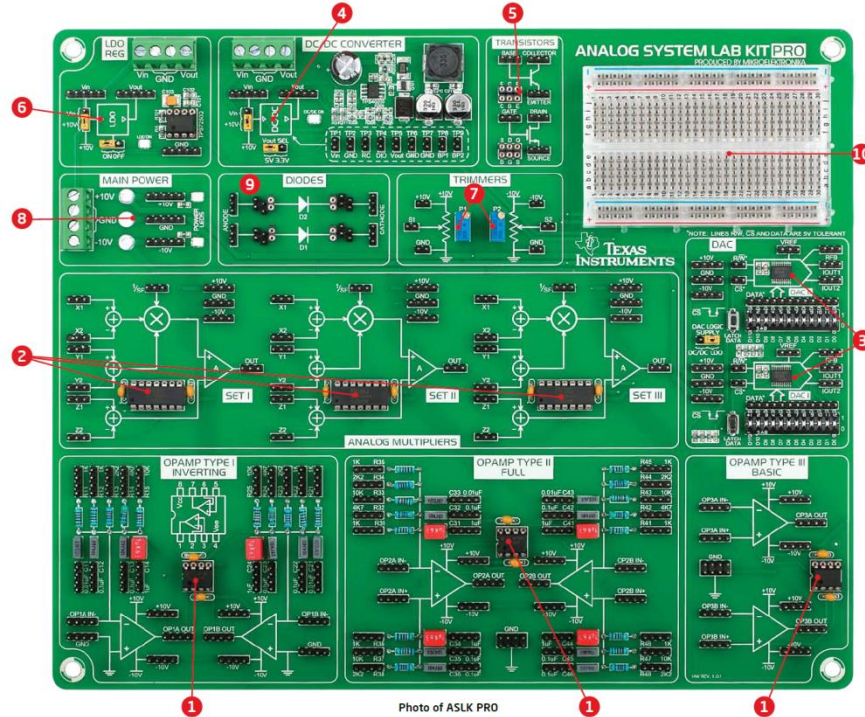
Julian Sündermann, Alexander Smolko, Dimitri Krämer

Inhalt

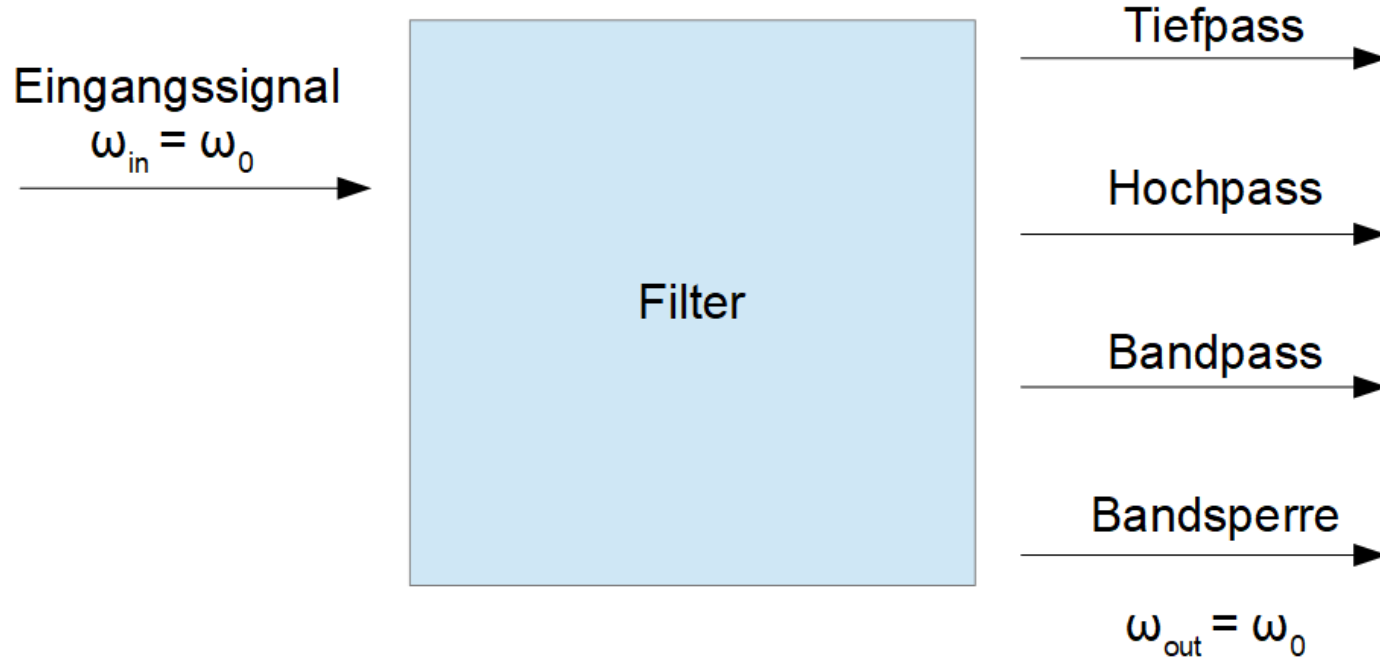
- 1 Einführung ins Thema
- 2 Theorie
- 3 Simulation mit LTSpice
- 4 Praxis
- 5 Ausblick
- 6 Zusammenfassung
- 7 Quellen

1. Einführung ins Thema

Das ALSK Pro Board



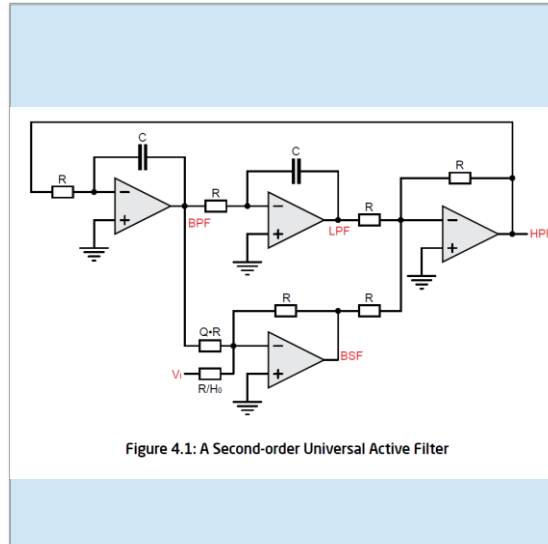
Das Ziel



Rückblick (Experiment 4)

Eingangssignal

$$\omega_{in} = \omega_0$$



Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandsperre

$$\frac{V_{03}}{V_i} = \frac{+H_0}{\left(1 + \frac{s}{\omega_0 Q} + \frac{s^2}{\omega_0^2}\right)}$$

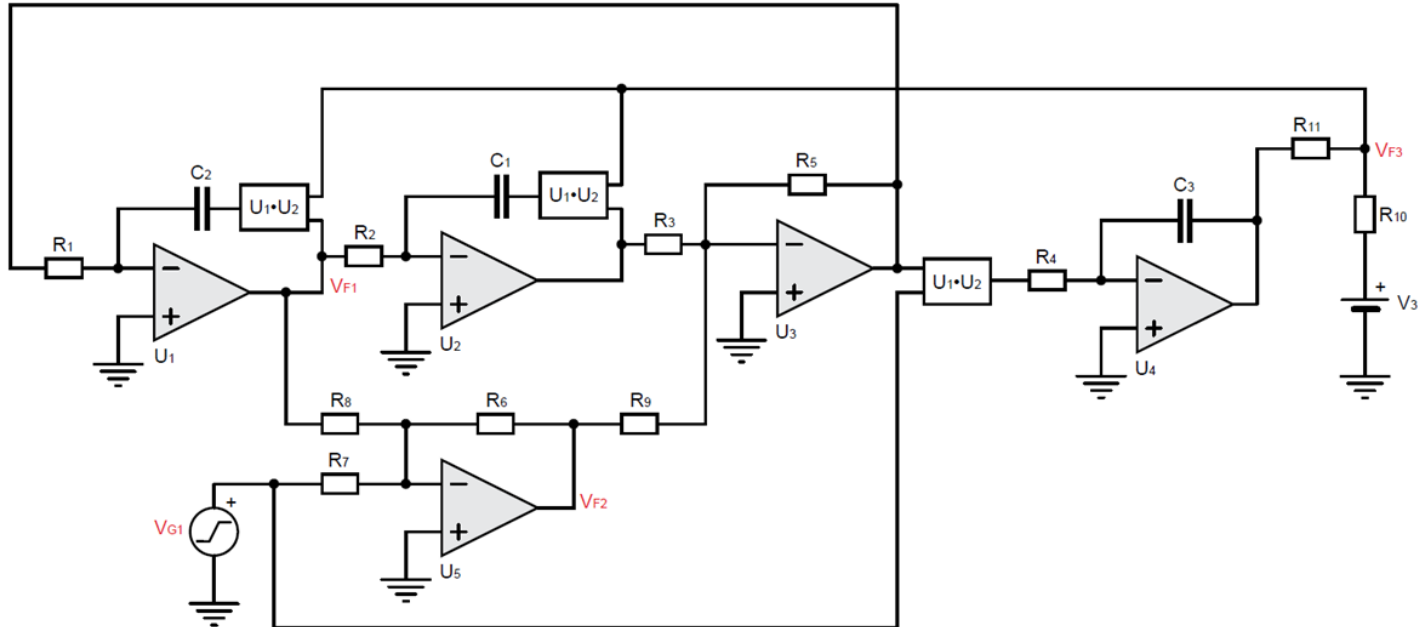
$$\frac{V_{01}}{V_i} = \frac{\left(H_0 \cdot \frac{s^2}{\omega_0^2}\right)}{\left(1 + \frac{s}{\omega_0 Q} + \frac{s^2}{\omega_0^2}\right)}$$

$$\frac{V_{02}}{V_i} = \frac{\left(-H_0 \cdot \frac{s}{\omega_0}\right)}{\left(1 + \frac{s}{\omega_0 Q} + \frac{s^2}{\omega_0^2}\right)}$$

$$\frac{V_{04}}{V_i} = \frac{\left(1 + \frac{s^2}{\omega_0^2}\right) \cdot H_0}{\left(1 + \frac{s}{\omega_0 Q} + \frac{s^2}{\omega_0^2}\right)}$$

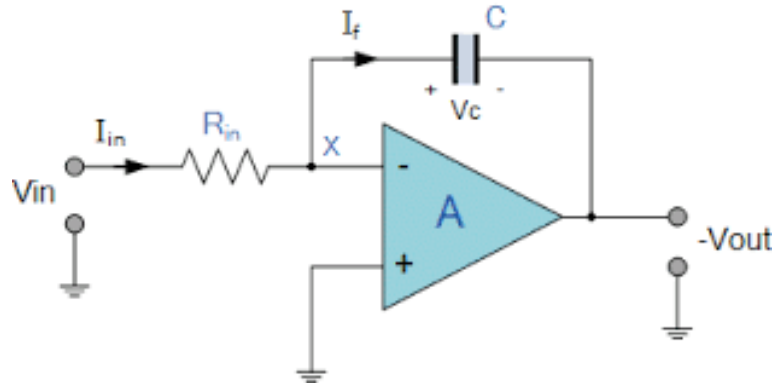
ω_{out} ist Filterabhängig

Gegebener Schaltungsaufbau



2. Theorie

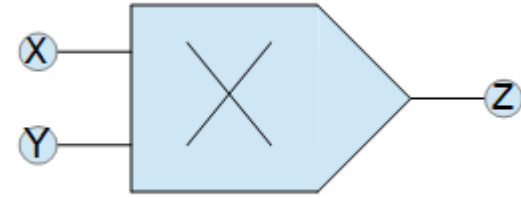
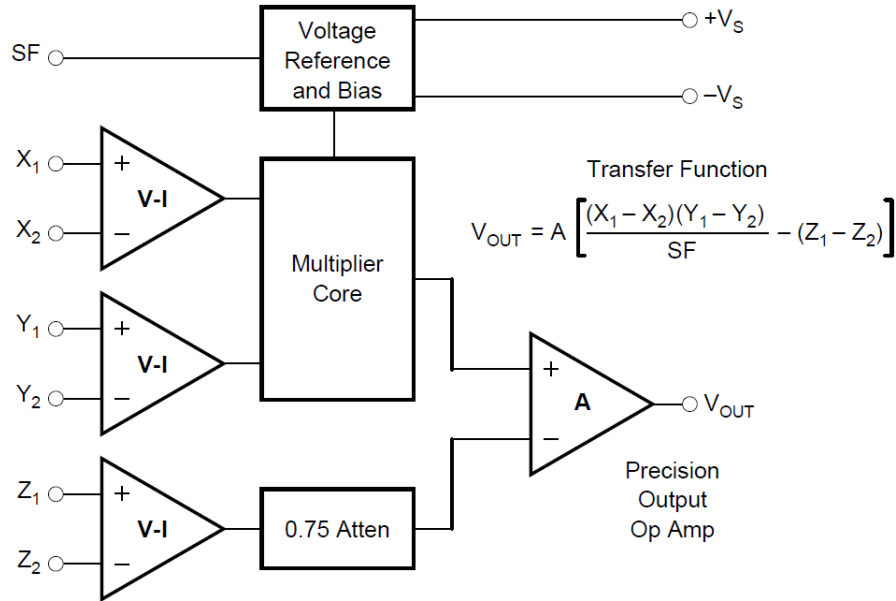
Tiefpasseigenschaften eines Integrators



$$\omega_0 = \frac{1}{RC}$$

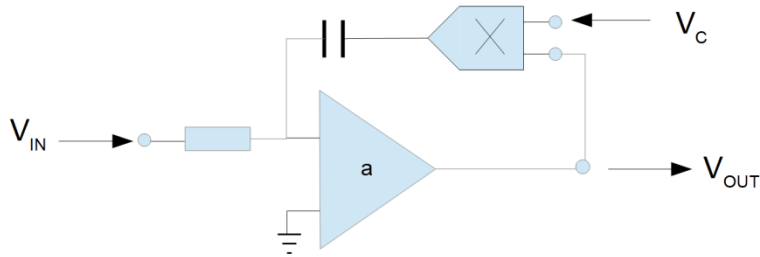
[1]

Aufbau eines Multipliziereres



ACHTUNG: In der Praxis sind nicht lineare Effekte zu beachten!

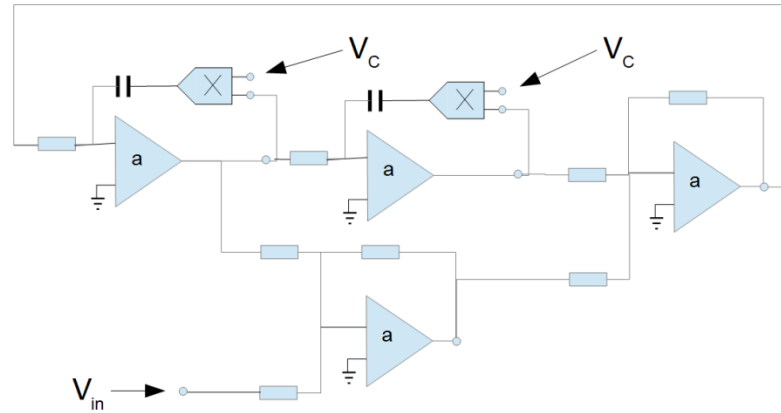
Spannungsgesteuerter Tiefpass (Integrator)



$$\omega_0 = \frac{U_{SF}}{RC \cdot V_C}$$

U_{SF} = Referenzspannung des Multiplizierers

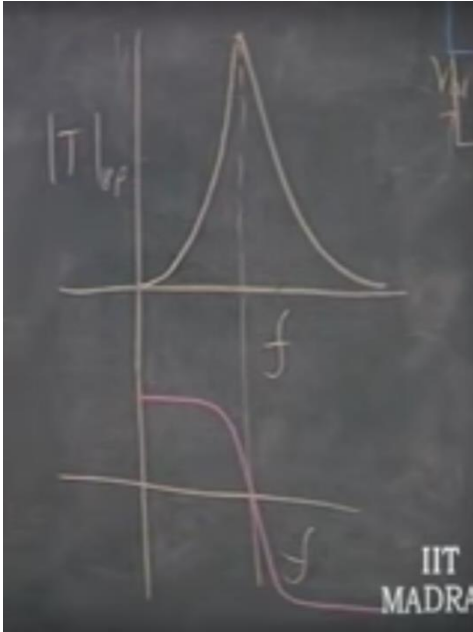
Zwischenstand



$$\omega_0 = \frac{U_{SF}}{RC \cdot V_C}$$

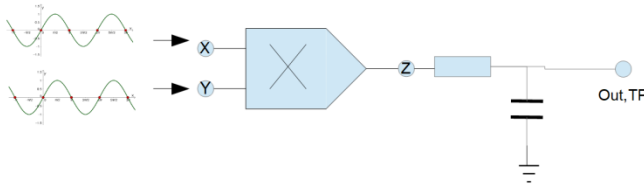
U_{SF} = Referenzspannung des Multiplizierers

Abhängigkeit von Phase und Mittenfrequenz



- Maximale Amplitude (Anpassung der Mittenfrequenz) bei 90° Phasenverschiebung zum Eingangssignal
- Wir brauchen also einen Phasendetektor!

Phasendetektor mit einem Multiplizierer

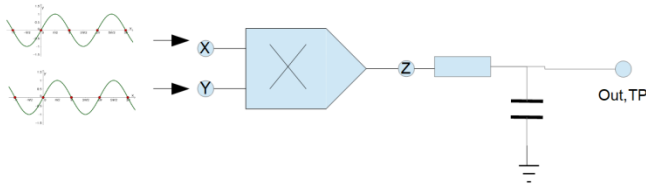


$$V_Z = \frac{V_X V_Y}{U_{SF}} \cdot \sin \omega t \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

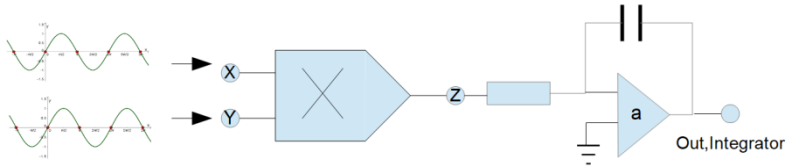
$$= \frac{V_X V_Y}{2U_{SF}} \cdot (\cos \varphi - \cos(2\omega t + \varphi))$$

$$V_{Out,TP} = \frac{V_X V_Y}{2U_{SF}} \cdot \cos \varphi$$

Phasendetektor mit einem Multiplizierer



$$V_{Out,TP} = \frac{V_X V_Y}{2U_{SF}} \cdot \cos \varphi$$



$$V_{Out,Integrator} = 0,82 \cdot U_{Amp} - \frac{1}{RC} \int \frac{V_X V_Y}{2U_{SF}} \cdot \cos \varphi \, dt$$

Selftuned Filter

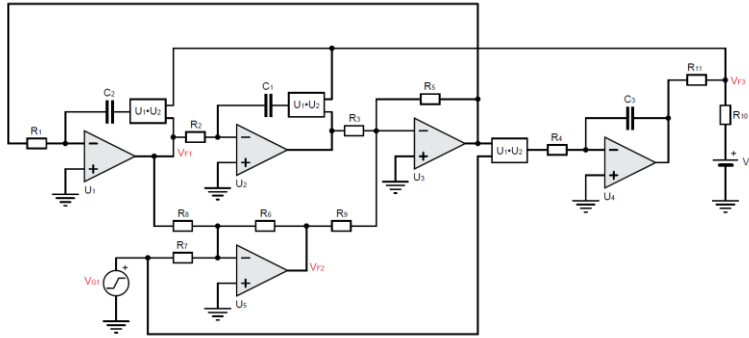


Figure 5.2: A Self-Tuned Filter based on a Voltage Controlled Filter or Voltage Controlled Phase Generator

$$\omega_0 = \frac{U_{SF}}{RC \cdot V_{F3}}$$

$$V'_{F3} = \frac{V_X V_Y}{2U_{SF}} \cdot \cos \varphi$$

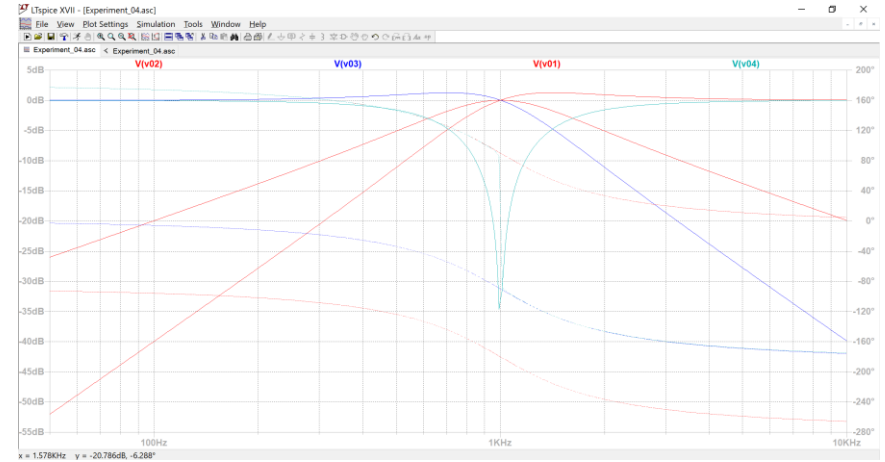
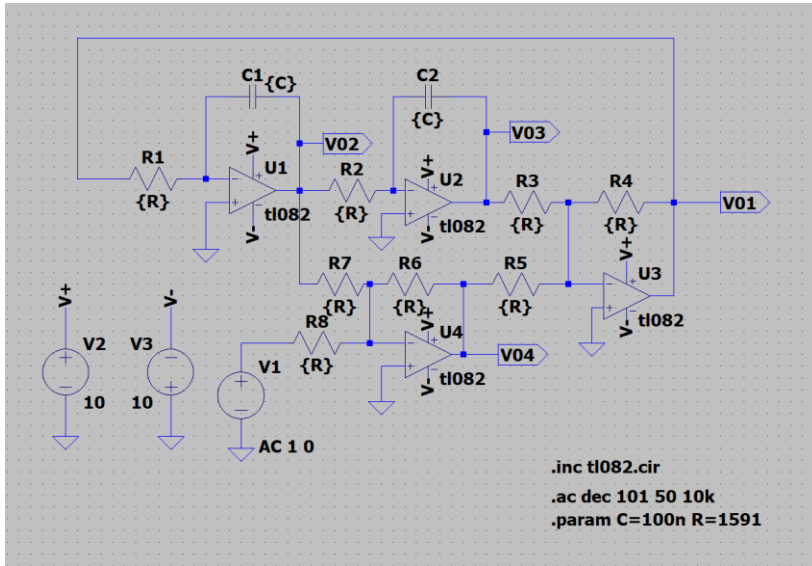
Bei $\varphi = 90^\circ$ wird $V'_{F3} = 0$

$$V_{Amp} = 0,82 \cdot U_{Amp} - \frac{1}{RC} \int V'_{F3} dt$$

$$V_{F3} = V_{Amp} \frac{R_{10}}{R_{11} + R_{10}} + V_3 \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{10}}$$

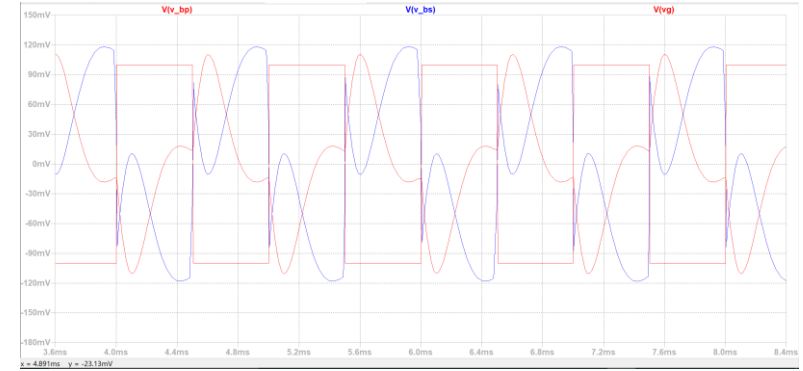
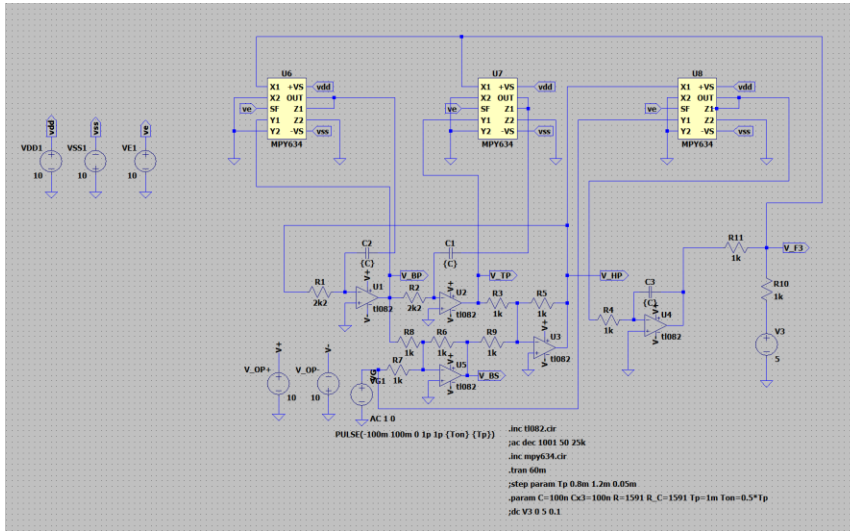
3. Simulation mit LTSpice

Experiment 04



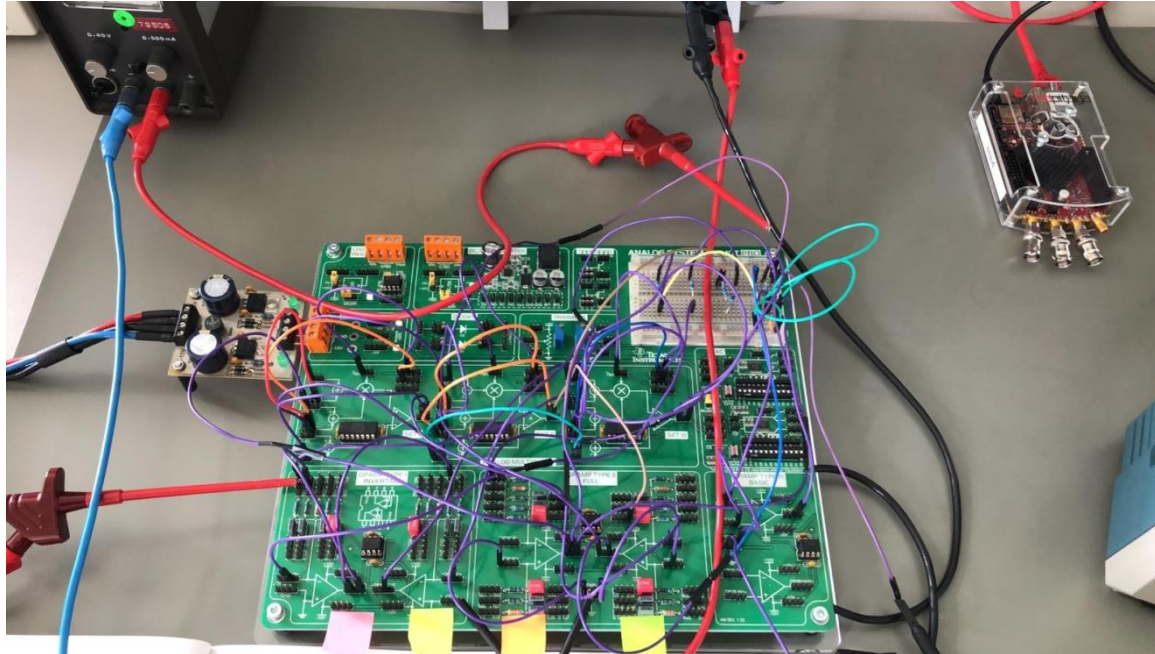
$$\tau = R \cdot C$$

Experiment 05

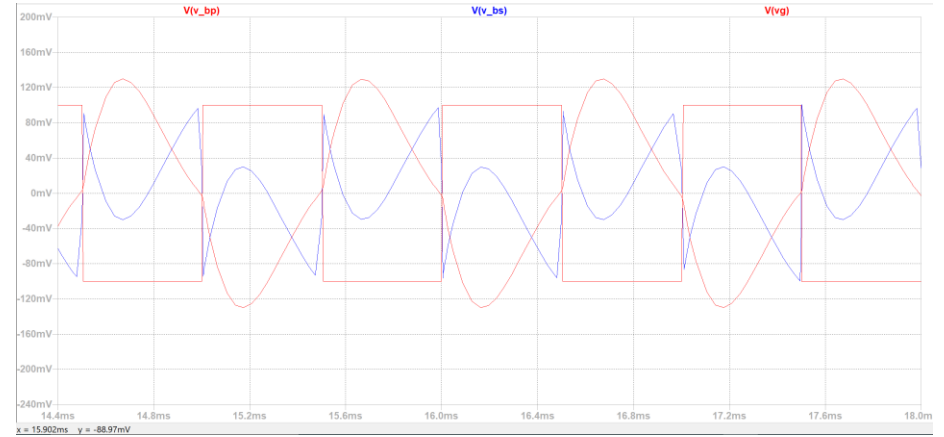
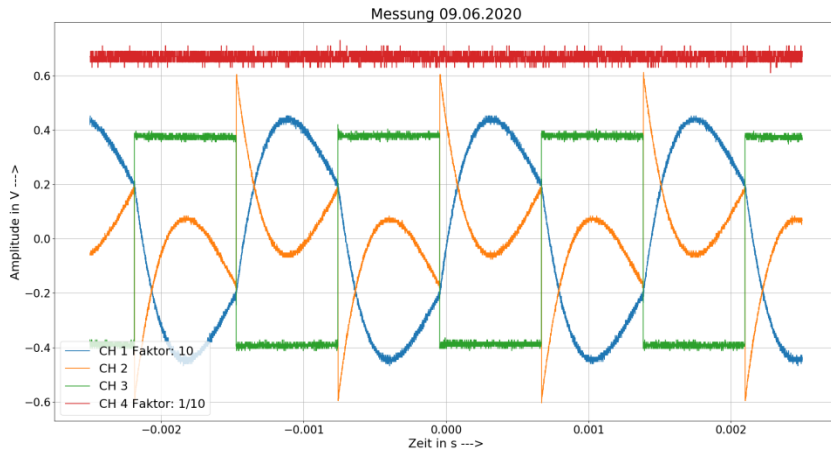


4. Praxis

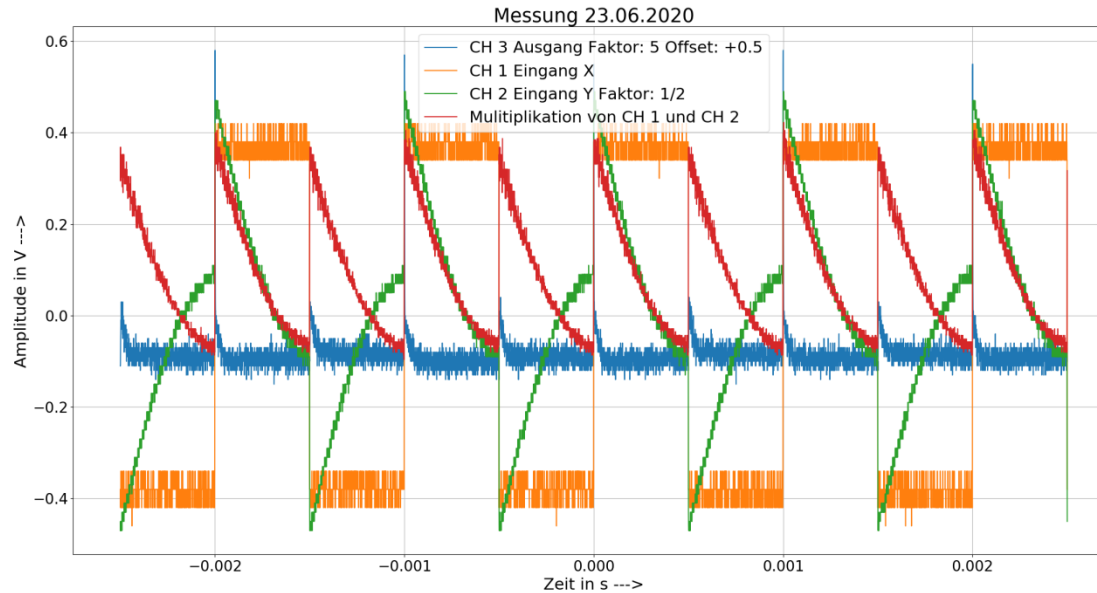
Aufbau des Selftuned Filters



Messung



Messung des Multipliezierers



5. Ausblick

Ausblick

- Schaltung auf Platine löten
 - Um Schaltungsfehler zu minimieren
- Multiplizierer
 - Offset hinzufügen um negativen Offset auszugleichen
 - Warum muss das Ausgangssignal an Z zurückgeführt werden?
- Rückkopplung am Ende der Schaltung
 - Formeln die das Verhalten der Rückkopplung beschreiben

Zusammenfassung

- Baut auf Experiment 4 auf.
- Verschiedene Bestandteile
 - Integrator, Multiplizierer, spannungsgesteuerter Tiefpass und Phasendetektor
- Abhängigkeit von Phase und Mittenfrequenz
- Riesiges Kabelmanagement
- Verschiedene Messungen
- Multiplizierer in der Praxis

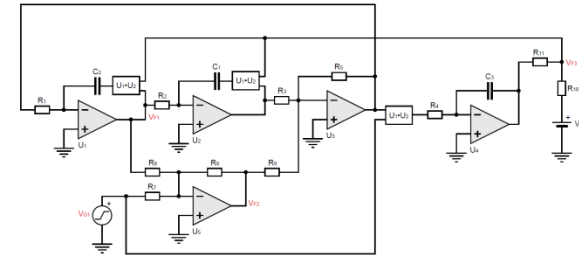


Figure 5.2: A Self-Tuned Filter based on a Voltage Controlled Filter or Voltage Controlled Phase Generator

Fragen?

Vielen Dank!

Julian Sündermann, Alexander Smolko, Dimitri Krämer

Quellen

- <https://www.electronics-tutorials.ws/wp-content/uploads/2013/08/opamp26.gif?fit=400%2C204>
 - lec-22-biquads.key, Autor: Herr Meiners
 - askl-pro-manual-v103.pdf
 - https://www.ti.com/lit/ds/symlink/mpy634.pdf?ts=1593457053833&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FMPY634 (mpy634 Datasheet)
 - <https://freevideolectures.com/course/2330/analog-ics/23>
- Alle Links zum angegebenen Datum (29.06.20) überprüft.