

Netzwerk und Schaltungen II

Übung 12

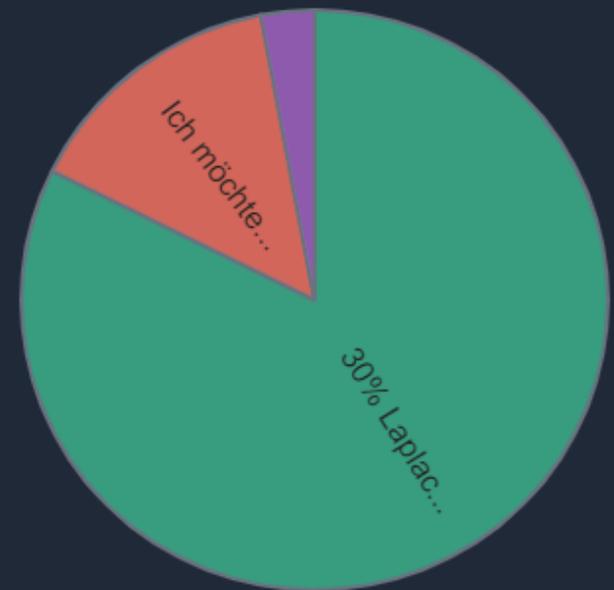
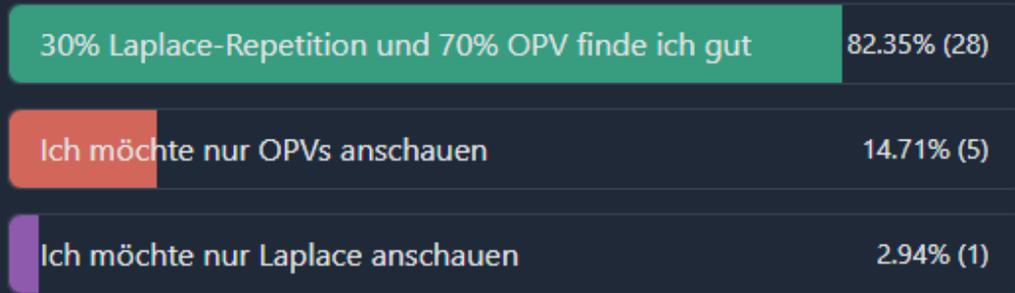
Recap zur Laplace-Transformation, Einführung OPVs



NuS Übung OPV vs Laplace

by [Marvin](#) · 15 hours ago

The results after 34 votes:

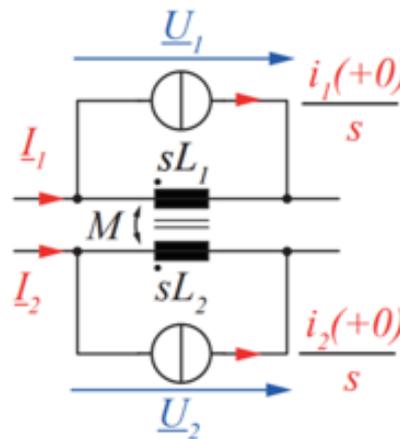
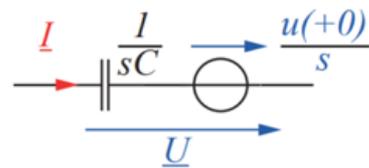
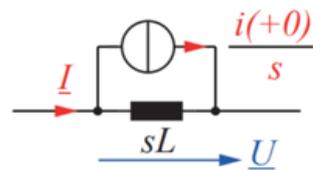
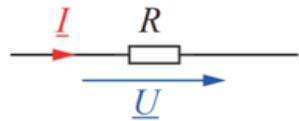


Recap zur Laplace-Transformation

1. Netzwerk im Laplace-Bereich zeichnen

- **Widerstand:** $Z_R = R$
- **Induktivität:** $Z_L = sL$
- **Kondensator:** $Z_C = \frac{1}{sC}$

- **Anfangswerte oder Transformator berücksichtigen**
 (->Strom-/Spannungsquellen)



Transformator-Gleichungen

$$\underline{U}_1(s) = sL_1 I_1(s) - L_1 i_1(+0) + sMI_2(s) - Mi_2(+0)$$

$$\underline{U}_2(s) = sMI_1(s) - Mi_1(+0) + sL_2 I_2(s) - L_2 i_2(+0)$$

2. Gesuchte Grösse im Laplace-Bereich berechnen

- Maschen-/Knotengleichungen, Spannungs-/Stromteiler etc.
- Völlig Analog zur Rechnung mit Zeigern...
- Ihr werdet einen Bruch haben, wo der Zähler und Nenner Polynome in s sind

3. Rücktransformation in den Zeitbereich

- Auf ZSMF schauen, ob ihr es euren Bruch gibt.
- Falls nicht: Partialbruchzerlegung!
- Laplace-Trafo ist linear → verschiedene Terme einzeln transformieren und im Zeitbereich addieren
- **E(t) nicht vergessen im Zeitbereich**

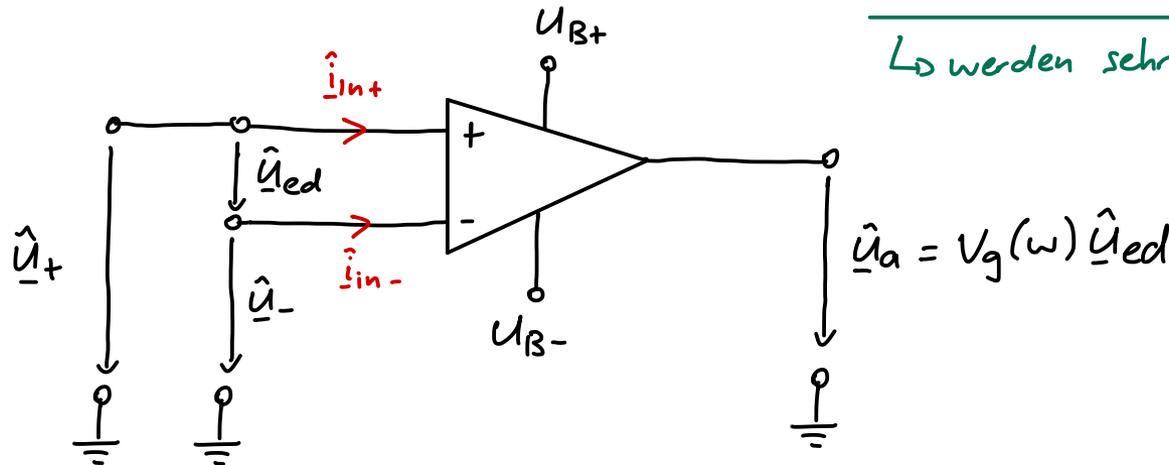
4. Fertig :)

Einführung OPVs

OPV = operations-**VERSTÄRKER** (engl. OpAmp)

- Spannung am nicht-invertierenden Eingang (+) \hat{u}_+
- Spannung am invertierenden Eingang (-) \hat{u}_-
- “Eingangsspannung” $\hat{u}_{ed} = \hat{u}_+ - \hat{u}_-$
- “Ausgangsspannung” $\hat{u}_a = v_g(\omega) \cdot \hat{u}_{ed}$
- Verstärkung $v_g(\omega) = \frac{v_{g0}}{1+j\frac{\omega}{\omega_b}}$ ← **“nicht-ideal”** (Tiefpass)
- Die Energie fürs Verstärken kommt von den **“Supply-Spannungen”** u_{B+}, u_{B-}

↳ werden sehr oft nicht gezeichnet



idealer OPV

- Eingangswiderstand $\rightarrow \infty \rightarrow i_{in+} = i_{in-} = 0$
- Ausgangswiderstand $\rightarrow 0$
- Verstärkung hängt nicht von Frequenz ab und ist $v_g = \infty$
 - \rightarrow für $u_{ed} > 0$ wäre $u_a = v_g \cdot u_{ed} = +\infty$
 - \rightarrow für $u_{ed} < 0$ wäre $u_a = v_g \cdot u_{ed} = -\infty$
- Das kann aus physikalischen Gründen nicht sein !
 - $\rightarrow u_a = v_g \cdot u_{ed} = u_{B+}$ für $u_{ed} > 0$ und $u_a = u_{B-}$ für $u_{ed} < 0$

Das ist aber nicht so nice...

- Wir wollen z.B. einen $\sin(\omega t)$ verstärken und nicht immer u_{B+} oder u_{B-} bekommen...

\rightarrow Rückkopplungen :)

invertierender Verstärker

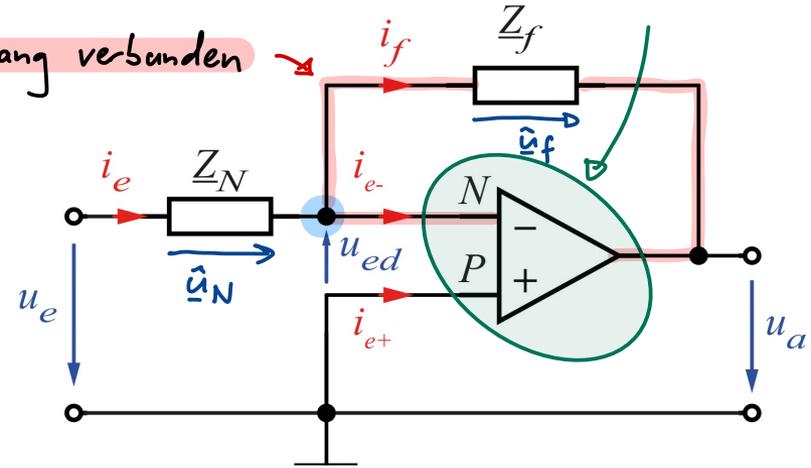
Ziel: $\underline{A}(\omega) = \frac{\hat{u}_a}{\hat{u}_e} = ?$

ideal! ▽

Der Ausgang ist mit dem invert. Eingang verbunden

⇒ negatives Feedback

⇒ $\hat{u}_{ed} = 0V$ (virtueller Kurzschluss)



Masche: $\hat{u}_a = -\hat{u}_f - \underbrace{\hat{u}_{ed}}_{0V} = -\hat{u}_f$

⇒ $\hat{u}_a = -\hat{u}_f = -Z_f \hat{i}_f \stackrel{\text{Knotengl.}}{=} -Z_f (\hat{i}_e + \hat{i}_{e-}) = -Z_f \hat{i}_e$
 || OA (idealer OPV)

Masche: $\hat{u}_N = \hat{i}_e Z_N = \hat{u}_e - \underbrace{\hat{u}_{ed}}_{0V} = \hat{u}_e \Rightarrow \hat{i}_e = \frac{\hat{u}_e}{Z_N}$

⇒ $\hat{u}_a = -Z_f \hat{i}_e = -\frac{Z_f}{Z_N} \hat{u}_e$

⇒ $\underline{A}(\omega) \equiv \frac{\hat{u}_a}{\hat{u}_e} = -\frac{Z_f}{Z_N}$

ist auf der ZSMF

ü

nicht-invertierender Verstärker Ziel: $\underline{A}(\omega) = \frac{\hat{u}_a}{\hat{u}_e} = ?$

negatives Feedback $\Rightarrow \hat{u}_{ed} = 0V$

Masche: $\hat{u}_N = \underbrace{-\hat{u}_{ed}}_{0V} + \hat{u}_e = \hat{u}_e$

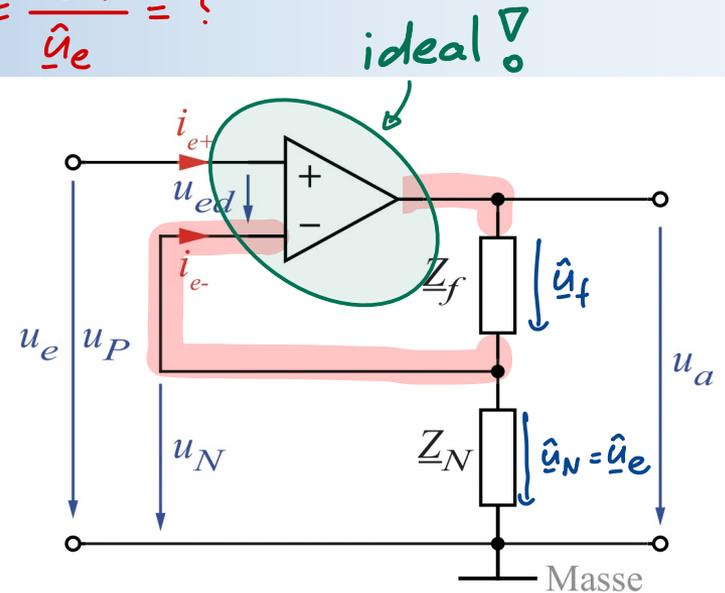
Spannungsteiler: $\hat{u}_f = \hat{u}_a \frac{Z_f}{Z_f + Z_N}$

Masche: $\hat{u}_a = \hat{u}_f + \hat{u}_N = \hat{u}_a \frac{Z_f}{Z_f + Z_N} + \hat{u}_e$

$$\Leftrightarrow \hat{u}_a \left(1 - \frac{Z_f}{Z_f + Z_N} \right) = \hat{u}_e$$

$$\Rightarrow \underline{A}(\omega) \equiv \frac{\hat{u}_a}{\hat{u}_e} = \frac{1}{1 - \frac{Z_f}{Z_f + Z_N}} = \frac{Z_f + Z_N}{Z_f + Z_N - Z_f} = \frac{Z_f + Z_N}{Z_N} = 1 + \frac{Z_f}{Z_N}$$

$$\Rightarrow \underline{A}(\omega) = 1 + \frac{Z_f}{Z_N} \quad \leftarrow \text{ist auf der ZSMF}$$



Beispielaufgabe

Beispielaufgabe

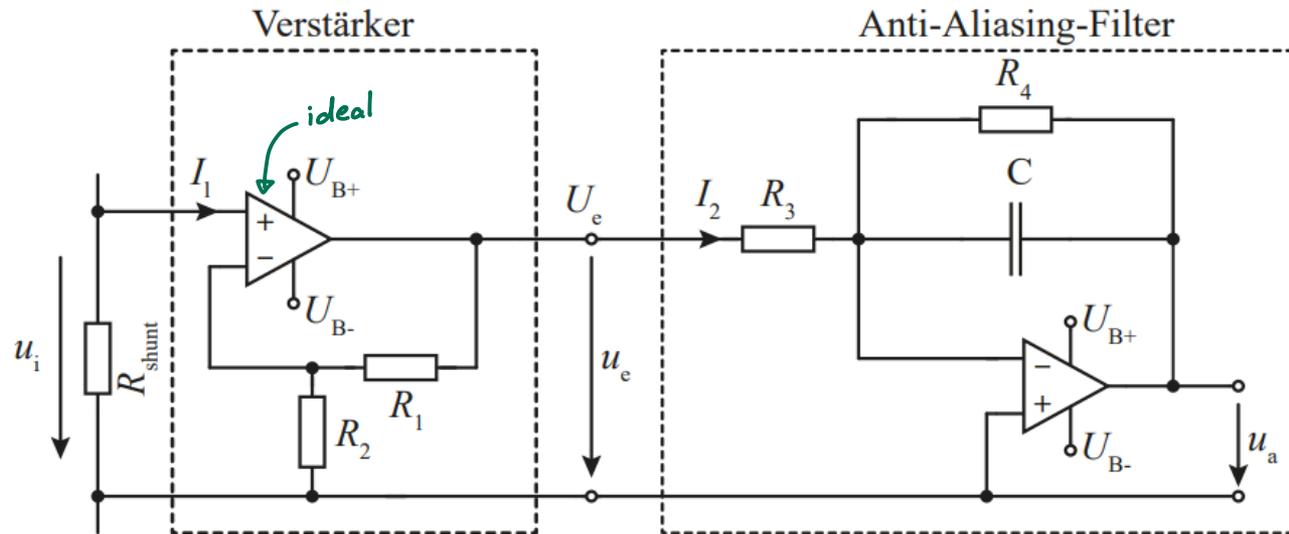


Abbildung 6: Strommessschaltung mit Verstärker und Filter.

In den folgenden Aufgabenteilen a)-b) wird nur der Verstärker betrachtet.

- Handelt es sich bei der in Abbildung 6 gezeigten Verstärkerschaltung um einen invertierenden oder um einen nicht-invertierenden Verstärker? Wie gross ist der Strom I_1 im idealen Fall? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Geben Sie das Verhältnis R_1/R_2 der beiden Widerstände für eine gewünschte Verstärkung um den Faktor 100 an.



Tipps für Serie 12 → Laplace II

1.) versucht vielleicht die Mulö zu verstehen...

2.1) Analog zu Bodeplots mit Zeigern $\rightarrow s$ statt $j\omega$
ich habe euch das Bodeplot-Kochrezept von Salma Azer hochgeladen
 \rightarrow unter Übungsstunde 4

2.2) Schreibt $u_e(t)$ als Summe von 3 Rampfunktionen

2.4) $\frac{d}{dt} f(t) \circ \rightarrow s F(s) - f(0)$

3.1) \underline{G}_{OPV} ist gegeben aber ihr wisst jetzt, wieso es so ist. ü

$$\underline{G}_{total}(\omega) = \underline{G}_1(\omega) \cdot \underline{G}_{OPV} \cdot \underline{G}_2(\omega)$$