



BAUELEMENTE UND SCHALTUNGEN II

ES2: Operationsverstärker

Studien- und Vorbereitungsaufgaben

Autor: Richard GRÜNERT

4.5.2020

1 Vorbereitungsaufgaben

1.1 Kenngrößen des Operationsverstärkers

-Spannungsgrenze -Leerlaufverstärkung -CMRR, Gleichtakt/Gegentakt-verstärkung

1.2 Rückkopplung

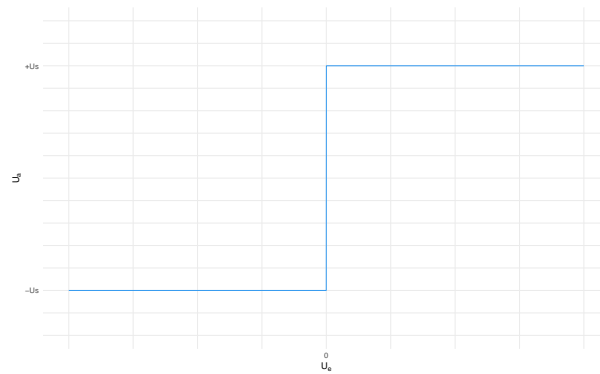


Abbildung 1: OPV-Kennlinie ohne Rückkopplung (ideal)

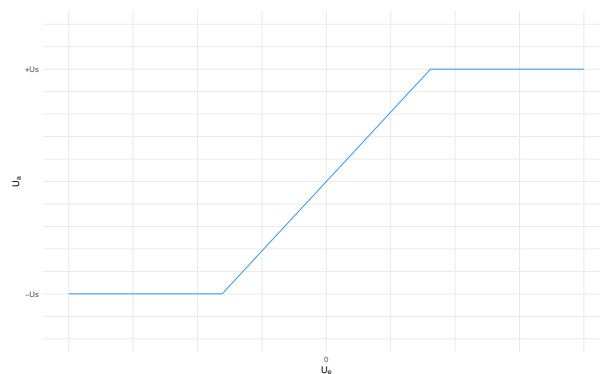


Abbildung 2: OPV-Kennlinie mit Rückkopplung

Durch Rückführung eines Teils des Ausgangs- auf das Eingangssignal durch ein Rückkopplungsnetzwerk wird der Operationsverstärker in einen linearen Arbeitsbereich gebracht, wodurch die Verstärkung nicht mehr den Wert der Leerlaufverstärkung (Abb. 1), sondern einen kontrollierten Verstärkungswert (Abb. 2) annimmt.

1.3 Invertierender Operationsverstärker

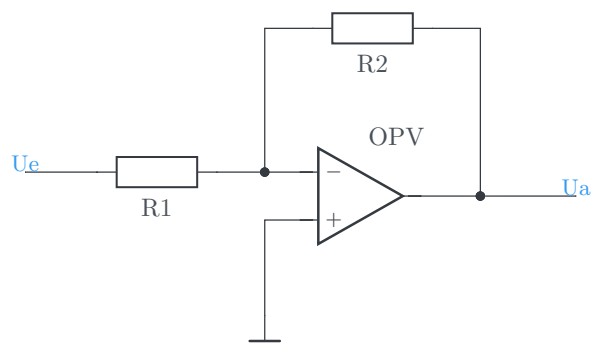


Abbildung 3: Invertierende Verstärkerschaltung

$$U_a = V_0(U_p - U_n)$$

$$U_p = 0 \text{ V}$$

$$U_a = -V_0 \cdot U_n$$

Bestimmung von U_n durch Überlagerung der Eingangs- und Ausgangswirkung:

$$U_n = U'_n + U''_n$$

$$U'_n = U_n|_{U_a=0}$$

$$= U_e \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$U''_n = U_n|_{U_e=0}$$

$$= U_a \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_a = -V_0 \cdot U_e \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} - V_0 \cdot U_a \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_a \left(1 + V_0 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) = -V_0 \cdot U_e \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{U_a}{U_e} = V = -\frac{V_0 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}}{1 + V_0 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}} = -\frac{V_0}{(R_1 + R_2) + V_0 \cdot R_1}$$

$$V = -\frac{R_2}{\frac{R_1 + R_2}{V_0} + R_1}$$

für $V_0 \rightarrow \infty$

$$V = -\frac{R_2}{R_1}$$

1.4 Beispielhafte Übertragungskennlinie

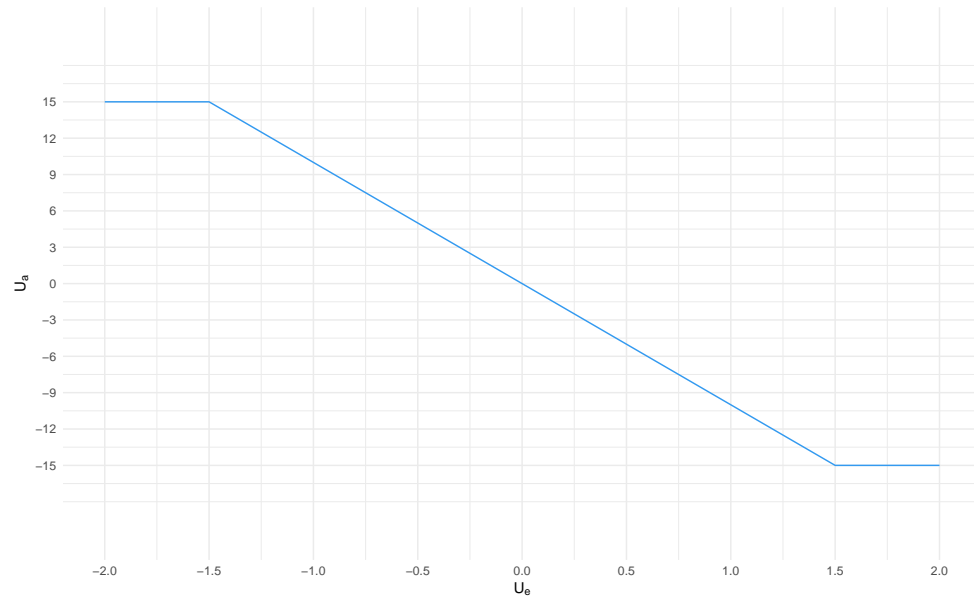


Abbildung 4: Kennlinie einer invertierenden OPV-Verstärkerschaltung mit einer Verstärkung von $V_u = -10$ und einer Versorgungsspannung von $U_s = \pm 15$ V

1.5 Nichtinvertierender Operationsverstärker

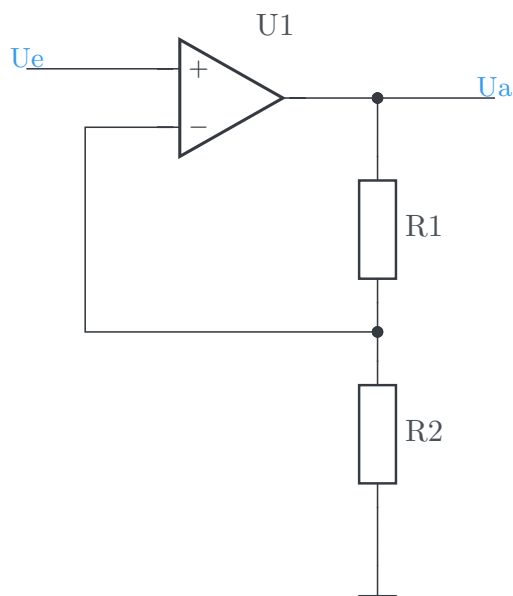


Abbildung 5: Nichtinvertierende Verstärkerschaltung

$$U_a = V_0(U_p - U_n)$$

$$U_a = V_0(U_e - U_n)$$

$$U_n = U_a \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_a = V_0 \left(U_e - U_a \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

$$U_a \left(1 + V_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) = V_0 U_e$$

$$\frac{U_a}{U_e} = V = \frac{V_0}{1 + V_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2}}$$

für $V_0 \rightarrow \infty$

$$V = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

1.6 Beispielhafte Übertragungskennlinie

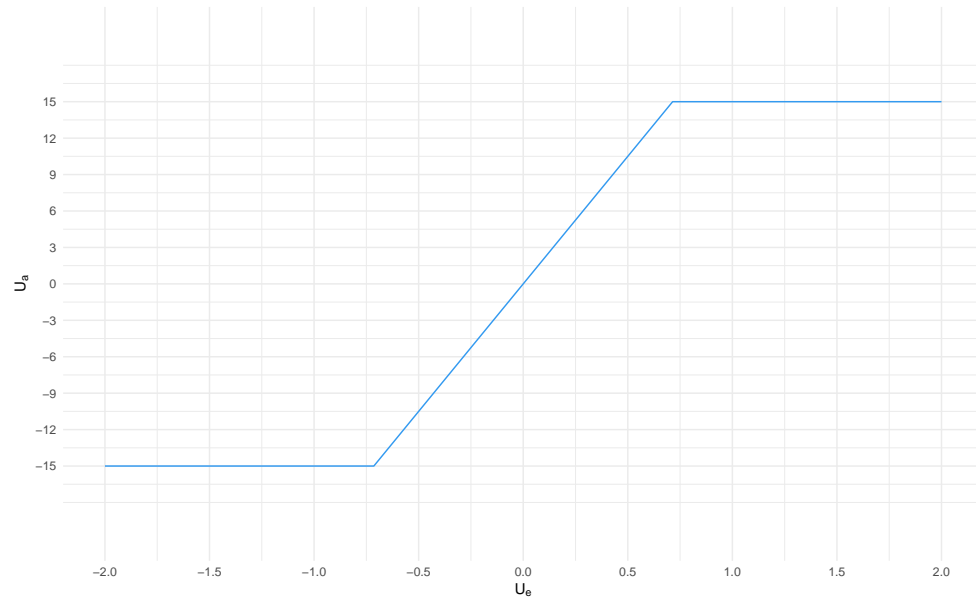


Abbildung 6: Kennlinie einer nichtinvertierenden OPV-Schaltung mit einer Verstärkung von $V_u = 21$ und einer Versorgungsspannung von $U_s = \pm 15$ V