

Aufgabe 3.5.1 invertierender Verstärker

Leiten Sie für den invertierenden Verstärker die Spannungsverstärkung her. Nutzen Sie dabei das Vorgehen, welches für den nicht-invertierenden Verstärker verwendet wurde.

Berücksichtigen Sie, dass für die Differenzverstärkung A_D des idealen OPV gilt: $A_D \rightarrow \infty$.

Damit gilt auch: $1/A_D \rightarrow 0$, **aber** es gilt nicht immer $\frac{C}{U_x \cdot A_D} \rightarrow 0$, für eine unbekannte Konstante C und eine Spannung U_x !

- Was ist gesucht?
- Anzahl der Variablen?
- Anzahl der notwendigen Gleichungen?
- Aufstellen der bekannten Gleichungen
- Herleitung der Spannungsverstärkung

Gesucht: $\odot A_v = \frac{U_A}{U_E} = f(R_1, R_2)$

Anz. d. Var.: 5 Spun-
2 Ströme ≈ 7

noch notw. Gl.: 6

bekannte Gl.:

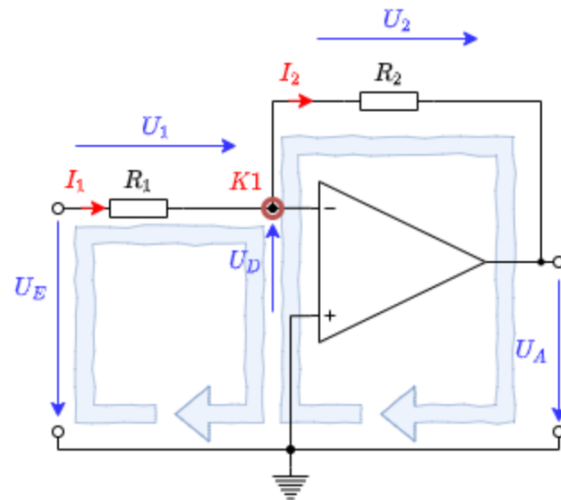
$$\begin{aligned} & \textcircled{1} \text{ GG: } U_A = U_D \cdot A_D \\ & \textcircled{2} \text{ Goldenes R: } I_- = 0 \approx I_1 = I_2 \\ & \textcircled{3} \text{ Masche 1: } -U_E + U_1 - U_D = 0 \\ & \textcircled{4} \text{ " 2: } U_D + U_2 + U_A = 0 \\ & \textcircled{5} R_1 = \frac{U_1}{I_1} \\ & \textcircled{6} R_2 = \frac{U_2}{I_2} \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} & \textcircled{1} \text{ GG: } U_A = U_D \cdot A_D \\ & \textcircled{2} \text{ Goldenes R: } I_- = 0 \approx I_1 = I_2 \\ & \textcircled{3} \text{ Masche 1: } -U_E + U_1 - U_D = 0 \\ & \textcircled{4} \text{ " 2: } U_D + U_2 + U_A = 0 \\ & \textcircled{5} R_1 = \frac{U_1}{I_1} \\ & \textcircled{6} R_2 = \frac{U_2}{I_2} \end{aligned}} \right\} \text{ mit } \textcircled{2}: \frac{R_1}{R_2} = \frac{U_1}{U_2}$$

$$A_v = \frac{U_A}{U_E} = \frac{-U_2 - U_D}{U_1 - U_D} = -\frac{U_2}{U_1}$$

$\textcircled{1} \text{ weil } A_D \rightarrow \infty \approx U_D \rightarrow 0$
 $\textcircled{3} \textcircled{4}$

$$A_v = -$$

$\textcircled{5} \textcircled{6} \textcircled{2}$



1. Welcher der Verstärker (invertierender oder nicht invertierender) hat einen geringeren Eingangswiderstand? Warum?

inv. Verst., da hier $R_E = R_1$ und
nicht $R_E = R_{EO}$ vom OPV

Aufgabe 3.5.2. Variationen des nicht-invertierenden Verstärkers

Auf den folgenden Seiten finden Sie Schaltungen mit einem idealen Operationsverstärker, welche dem nicht-invertierenden Verstärker ähneln und deren Spannungsverstärkung A_V zu ermitteln ist.

Annahmen

- $R_1 = R_3 = R_4 = R$
- $R_2 = 2 \cdot R$
- U_E entstammt einer niederohmigen Quelle
- U_A liegt an einem hochohmigen Verbraucher an

Aufgaben

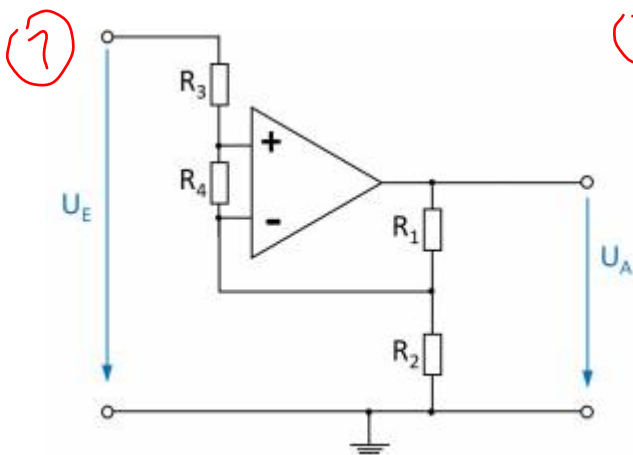
1. Geben Sie für jede Schaltung die Spannungsverstärkung A_V an. Eine detaillierte Rechnung wie bisher ist nicht notwendig.
2. Geben Sie für die Abbildung 8 an, wie die Spannungsverstärkung ermittelt werden kann.
3. Verallgemeinern Sie mit Begründung wie
 1. Kurzschlüsse zu berücksichtigen sind,
 2. Widerstände zu berücksichtigen sind, wenn diese
 1. mit einer Klemme („auf einer Seite“) direkt und ausschließlich an einem OPV Eingang liegen,
 2. mit je einer Klemme direkt an einem OPV Eingang liegen.
4. In welchen Schaltungen stellen die Widerstände R_3 und R_4 einen unbelasteten Spannungsteiler dar?

Um sich den Problemen zu nähern, sollten Sie versuchen die Kenntnisse aus dem invertierenden Verstärker nutzen. Es kann sich anbieten die Schaltungen über [Falstad-Circuit](#) oder Tina TI zu simulieren. Als Unterstützung sind in den ersten beiden Schaltungen Tipps unter der Abbildung zu sehen.

Wichtig: Wie immer im Studium sollten Sie versuchen die Kenntnisse aus der Aufgabe zu verallgemeinern.

Tipps

- Wie groß ist der Stromfluss in den invertierenden und nicht invertierenden Eingang bei einem idealen Operationsverstärker? Welchen Spannungsabfall würde es also an einem Widerstand geben, dessen einer Anschluss nur zu einem Eingang des Operationsverstärkers führt?
- Der Operationsverstärker versucht stets soviel Strom am Ausgang auszugeben, damit sich zwischen invertierendem und nicht invertierendem Eingang die benötigte minimale Spannung U_D ergibt. Wie groß kann U_D angenommen werden? Kann diese Spannung auch über einen Widerstand aufgebaut werden?
- Können verschiedene Widerstände (z.b. weil diese zwischen den gleichen Knoten liegen) zusammengefasst werden?

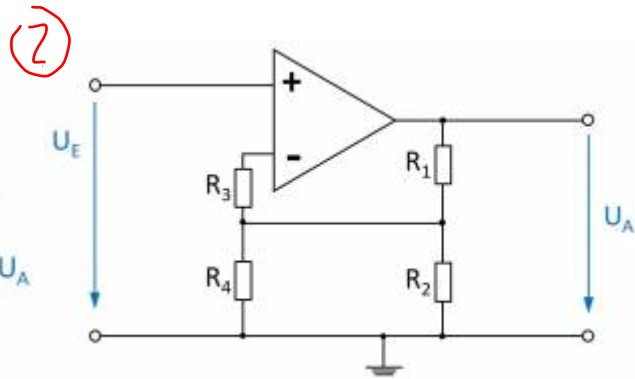


$$A_1 = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \quad \text{da } U_u \rightarrow 0$$

$$\sim I_u \rightarrow 0$$

$$\sim I_e \rightarrow 0$$

$$= \frac{3}{2}$$



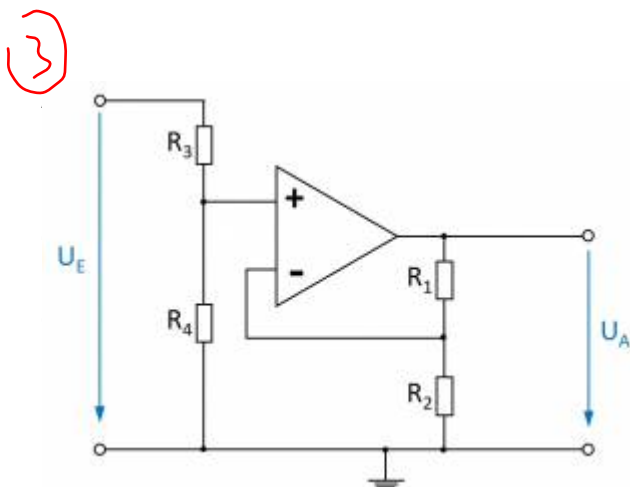
$$A_2 = \frac{R_1 + R_2 \parallel R_4}{R_2 \parallel R_4}$$

$$= \frac{R_1}{R_2 \parallel R_4} + 1 = 1 + \frac{R_1 \cdot (R_2 + R_4)}{R_2 \cdot R_4}$$

$$= 1 + \frac{R_1 \cdot (2R + R)}{2R \cdot R}$$

$$= 1 + \frac{3R}{2R}$$

$$= \frac{5}{2}$$



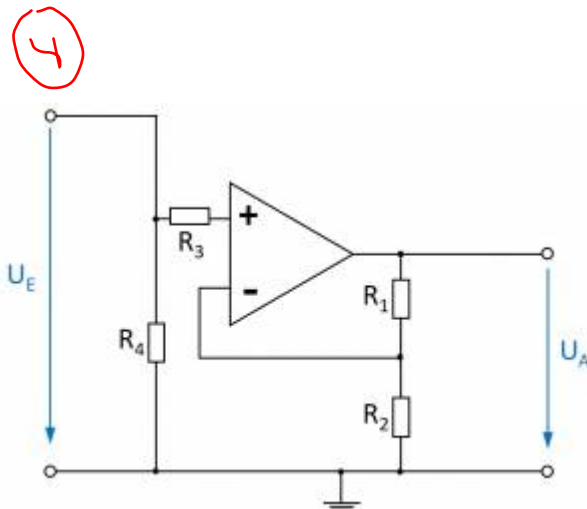
$$U_+ = U_E \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

$$U_A = U_+ \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$U_A = U_E \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

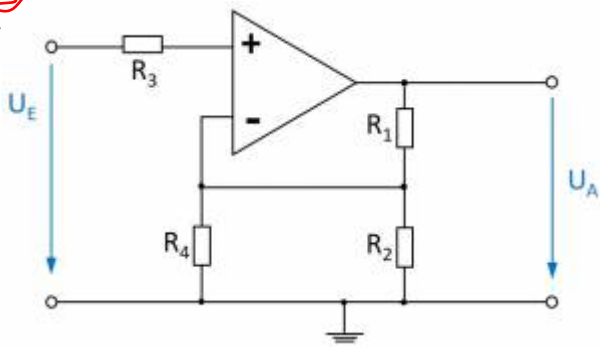
$$A_{v3} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1+2}{2}$$

$$= \frac{3}{4} = 0,75$$



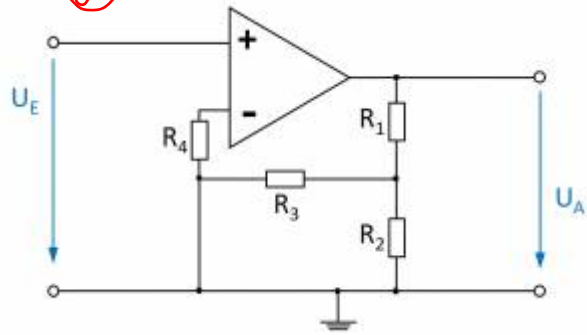
$$A_{v4} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} = \frac{3}{2} = 1,5$$

(5)



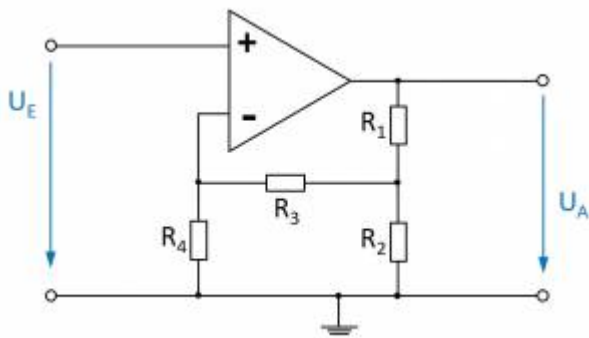
$$A_{V1} = A_{V2} = 4,5$$

(6)



$$U_E \text{ nur an } R_4 \leadsto U_D = +U_{VS}$$

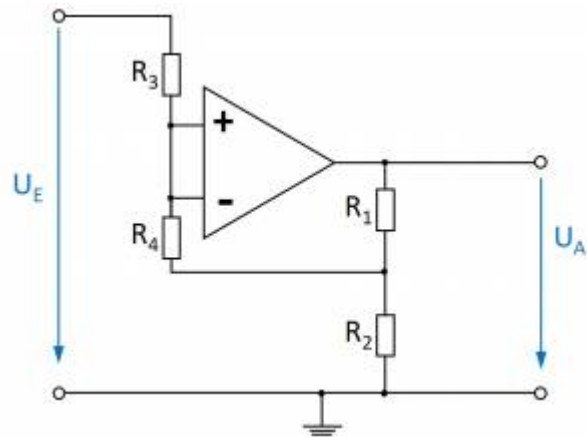
(7)



$$U_E \text{ an } R_4 \leadsto 2U_E \text{ an } R_2 \parallel (R_3 + R_1)$$

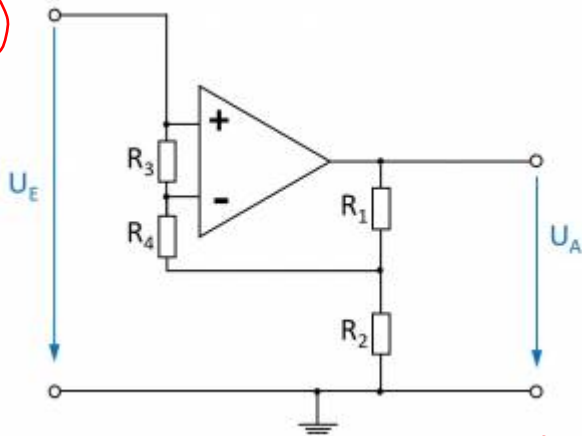
$$\leadsto U_A = 2U_E \cdot \frac{R}{R_1 + R} = 4 \cdot U_E \rightarrow A_v = 4$$

(8)



$$U_D = 0 \leadsto U_A = 0$$

⑦



$$A_v = \frac{R_1 + R_2}{R_2} = \frac{3}{2}$$

④ 1, 3, 7, 8, 9

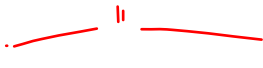

Aufgabe 4.3.1 Instrumentenverstärker

1. Finden Sie durch eine Internetrecherche heraus, wie der Instrumentenverstärker funktioniert
 1. Betrachten Sie dazu die im Wiki unter [4 Grundsaltungen II : Instrumentenverstärker](#) dargestellte Falstad Simulation und verändern Sie den veränderlichen Widerstand
 2. Was passiert, wenn Sie den veränderlichen Widerstand entfernen und die Anschlüsse offen lassen? Welche Schaltung haben nun die OPVs am Eingang?

Diff. Vors. + Sp. V.
(mit $A_v = 1$)

Spannungsfolge

3. Vergleichen Sie folgende Situationen. Was ist festzustellen?
 1. veränderlicher Widerstand wird durch Widerstand mit 2 kOhm ersetzt
 2. veränderlicher Widerstand wird am oberen Anschluss durch 1 kOhm gegen Masse und unten durch 1 kOhm gegen Masse ersetzt.
 3. veränderlicher Widerstand wird am oberen Anschluss durch 1 kOhm gegen eine Spannungsquelle mit 1 V und unten durch 1 kOhm gegen 1 V ersetzt.

① $U_A = -2V_{L2L} + 2V$
 ② 
 ③ 

2. Welche Übertragungsgleichung ergibt sich? $U_A = f(U_2, U_1) = ?$

$$U_A = \left(1 + \frac{2R}{R_j}\right) \cdot 1 \cdot (U_2 - U_1)$$

3. Welche Vorteile ergeben sich gegenüber dem Differenzverstärker?

From:
<https://wiki.mexle.hs-heilbronn.de/> - **Mexle Wiki**

Permanent link:
https://wiki.mexle.hs-heilbronn.de/elektronische_schaltungstechnik/uebungsblatt4

Last update: **2020/07/07 11:31**

