

Institut für Biomedizinische Technik,
Karlsruher Institut für Technologie

Fritz-Haber-Weg 1
76131 Karlsruhe
Tel.: 0721/608-42650

Lineare Elektrische Netze

Leiter: Prof. Dr. rer. nat. Olaf Dössel
Tel: 0721 608-42650
Olaf.Doessel@kit.edu

Übungsleiter: Dipl.-Ing. G. Lenis
Tel: 0721 608-45478
Gustavo.Lenis@kit.edu

Tutorium Nr. 3: Operationsverstärker

Empfohlen für das Tutorium: Aufgaben 8, 9
Empfohlen für Zuhause: Aufgaben 10, 11

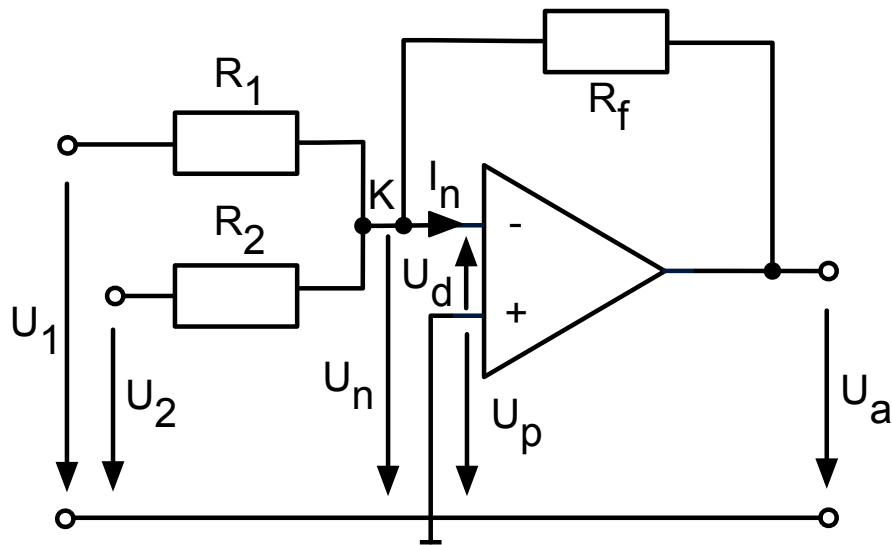
Die für das Tutorium empfohlenen Aufgaben dienen als Orientierung und sollen eine grobe Richtlinie darstellen, welche Aufgaben vom Umfang und Schwierigkeitsgrad her in der Zeit des Tutoriums zu schaffen sind. Letztendlich entscheidet der Tutor, welche Aufgaben im Tutorium behandelt werden.

Zusätzlich wird empfohlen, die nicht im Tutorium behandelten Aufgaben zur weiteren Übung zu Hause zu bearbeiten.

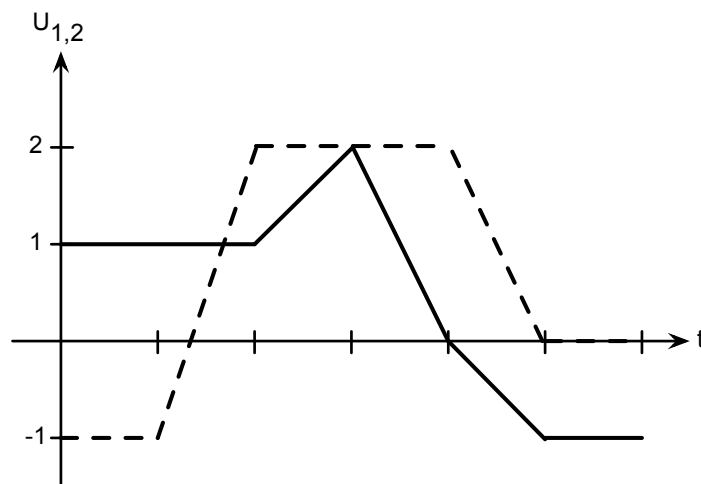
Die Studenten sollen die Aufgaben im Tutorium selbstständig in Gruppen bearbeiten und anschließend vorrechnen.
Der Tutor soll lediglich Fragen beantworten und Unklarheiten beseitigen.

Aufgabe 8

Gegeben sei folgende Operationsverstärkerschaltung (idealer OP):

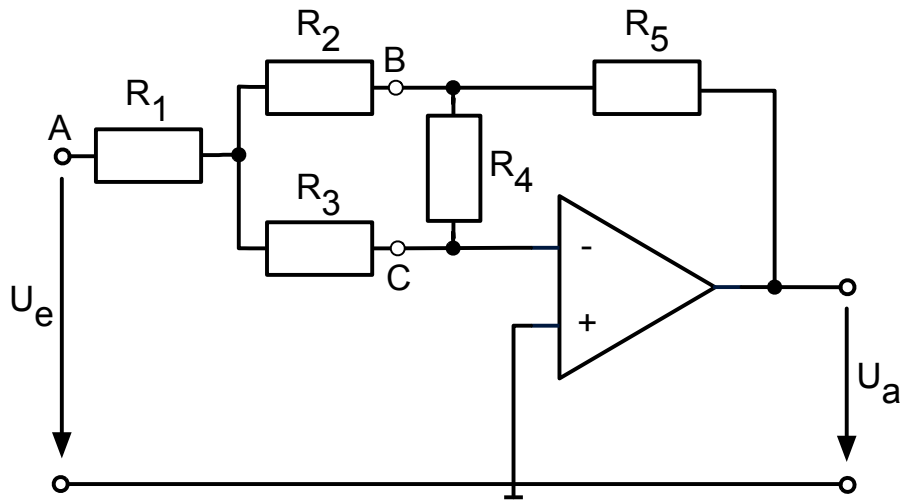


- (a) Welche Auswirkung hat die Bemerkung "idealer OP"?
- (b) Welche Funktion $U_a = f(U_1, U_2)$ lässt sich mithilfe dieser Schaltung realisieren? Rechnen Sie mit dem Knotenpunktpotentialverfahren. Stellen Sie hierfür die Knotengleichung für den Knoten K auf und ersetzen Sie die Ströme unter Verwendung des Ohmschen Gesetzes.
- (c) Nun sei $R_1 = R_2 = R_f$. Skizzieren Sie den Verlauf $U_a(t)$, wenn folgende Eingangsspannungen anliegen:



Aufgabe 9

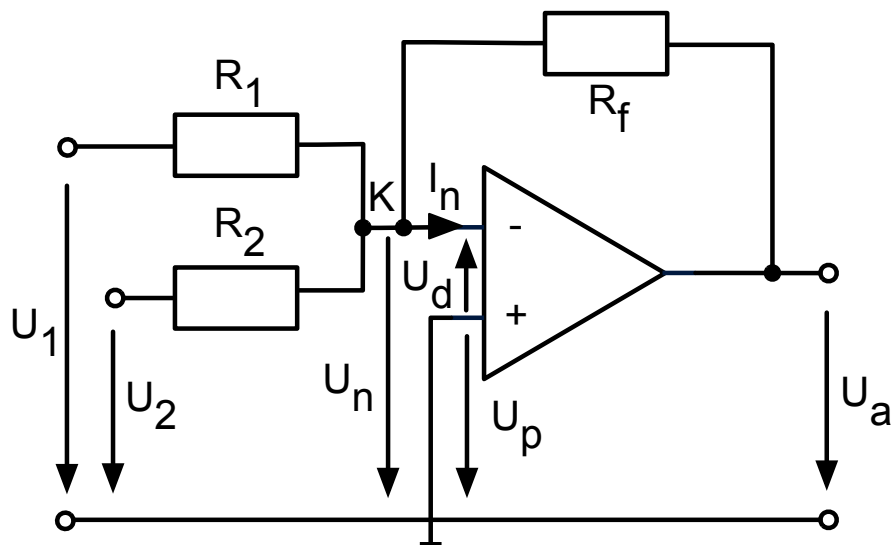
Gegeben ist die unten stehende Operationsverstärkerschaltung (idealer OP) mit den Widerständen $R_1 = R_2 = R_3 = 1\text{ k}\Omega$, $R_4 = 6\text{ k}\Omega$, $R_5 = 375\text{ }\Omega$.



- Rechnen Sie die Zweigwiderstände des Widerstandsnetzwerkes A,B,C in eine Dreieckschaltung um.
- Formen Sie die sich aus a) ergebende Ersatzschaltung weiter um (*Hinweis:* invertierender Spannungsverstärker) und bestimmen Sie anschließend die Spannungsverstärkung $V = \frac{U_a}{U_e}$.
- An den Eingang der Schaltung werde eine sinusförmige Wechselspannung der Amplitude 7 V angelegt. Die Betriebsspannung des Operationsverstärkers betrage $\pm 5\text{ V}$. Zeichnen Sie die Eingangs- und Ausgangsspannung für eine Periode in ein gemeinsames Diagramm.

Aufgabe 10

Gegeben sei folgende Operationsverstärkerschaltung (idealer OP) aus Aufgabe 1:



Berechnen Sie für diese Schaltung die Funktion $U_a = f(U_1, U_2)$ mittels Maschen. Sie werden feststellen, dass die Berechnung mittels Maschen aufwendiger ist als das Knotenpunktpotentialverfahren wie in Aufgabe 1b).

Hinweis: Suchen Sie im Skript Antworten zu folgenden Leitfragen:

- Wie viele Maschen benötigt man?
- Stellen Sie die nötigen Maschengleichungen auf.
- Sind zur Kopplung Knotengleichungen notwendig?

Aufgabe 11

Gegeben seien folgende Operationsverstärkerschaltungen (ideale OPs) mit den Widerständen $R_1 = 5\text{ k}\Omega$, $R_2 = 50\text{ k}\Omega$, $R_3 = 50\text{ k}\Omega$ und $R_4 = 390\text{ k}\Omega$.

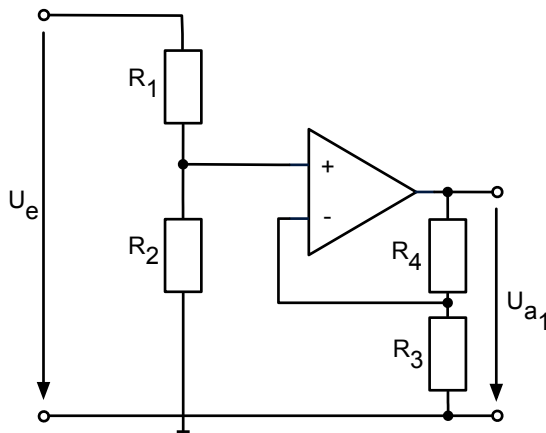


Abb. 1.1

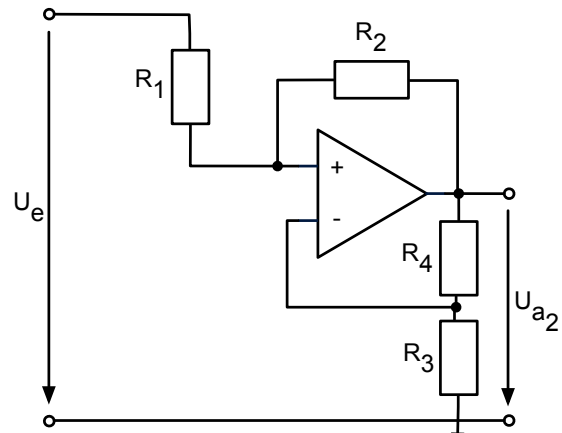


Abb. 1.2

- (a) Bestimmen Sie die Spannungsstärke $V_{u1} = \frac{U_{a1}}{U_e}$ der Schaltung aus Abb. 1.1.

Aufgrund eines Layoutfehlers wurde bei der Leiterplattenherstellung der Widerstand R_2 versehentlich mit dem Ausgang des OPs statt mit dem Bezugspotential verbunden (resultierende Schaltung s. Abb. 1.2).

- (b) Wie groß ist der Verstärkungsfaktor $V_{u2} = \frac{U_{a2}}{U_e}$ der Schaltung aus Abb. 1.2?
- (c) Wie groß muss in der Schaltung aus Abb. 1.2 der Widerstand R_3 gewählt werden, damit $V_{u2} = V_{u1}$ [Zahlenwerte aus Aufgabenteil a)] wird?
- (d) Sind dann beide Schaltungen bezüglich ihres Eingangs äquivalent? Berechnen Sie hierzu die Eingangswiderstände $R_e = \frac{U_e}{I_e}$.

Nun wird in Abb. 1.2 der Widerstand R_1 durch eine Drahtbrücke ersetzt ($R_1 = 0\Omega$) und R_2 wird nicht bestückt ($R_2 = \infty$).

- (e) Wie groß muss nun R_3 gewählt werden, um die gleiche Spannungsverstärkung wie die Schaltung nach Abb. 1.1 zu erhalten?
- (f) Wie groß ist der Eingangswiderstand dieser Schaltung?