

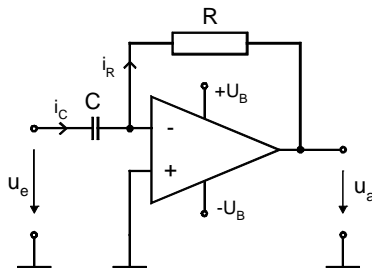
Versuch 4: Operationsverstärker

Einführung

In diesem Versuch wird die Funktionsweise eines Operationsverstärkers (OPV) untersucht. Der Versuch beinhaltet auch die Problemstellung der Offsetkompensation sowie die Analyse verschiedener, typische Anwendungsgebiete (Differenzglied, Integrierglied, Schmitt-Trigger) eines OPVs.

Vorbereitung

- 1) Zeichnen Sie eine Schaltung mit einem invertierenden sowie einem nicht invertierenden Verstärker. Leiten Sie, unter der Annahme dass es sich um ideale OPVs handelt, für beide Schaltungen die Spannungsverstärkung (also das Verhältnis Ausgangs- zu Eingangsspannung) her. Welche Vereinfachungen dürfen Sie für ideale OPVs treffen ?
- 2) Wodurch entsteht beim realen OPV eine Offsetspannung ? Nennen Sie Beispiele, wo eine Offsetkompensation unbedingt erforderlich ist.
- 3) Gegeben sei nachfolgende Schaltung.



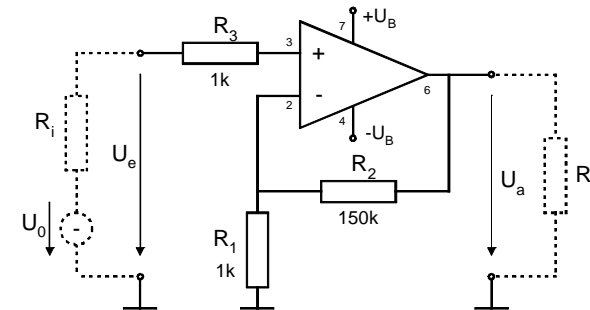
- I) Berechnen Sie Ausgangsspannung u_a als Funktion der Eingangsspannung u_e sowie R und C. Betrachten Sie den Allgemeinfall: bei der Eingangsspannung soll es sich dabei nicht unbedingt um eine sinusförmige Größe handeln. Hinweis: Für den Kondensator gilt: $i=dQ/dt$ (mit Q als Ladung). Um was für eine Schaltung handelt es sich ?
- II) Berechnen Sie die Spannungsverstärkung $v_u = u_a / u_e$ der Schaltung in Abhängigkeit von R, C und der Frequenz f unter der Annahme das eine sinusförmige Eingangsspannung angelegt wird. Skizzieren Sie grob den ermittelten Frequenzgang.

Durchführung

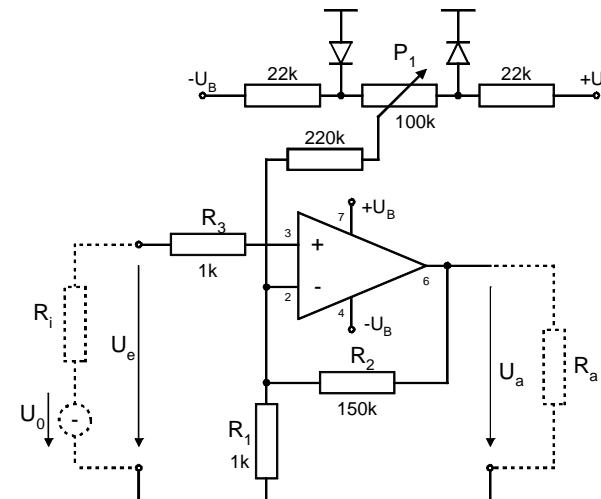
Die Betriebsspannung des Operationsverstärkers beträgt $U_B = \pm 8V$.

- 1) *Messung der Offsetspannung (Schalter S_1, S_3 sind offen)*
 Legen Sie den Eingang auf Masse ($U_e = 0V$). Am Ausgang misst man dann $U_{off} \cdot v_u$. Wie groß ist die Offsetspannung U_{off} ?

Versuch 4: Operationsverstärker



- 2) *Offsetkompensation durch eine externe Schaltung (S_1 geschlossen, S_3 offen)*
 Um den negativen Einfluss der Offsetspannung zu kompensieren, wird nun die Schaltung durch ein Offsetkompensationsteil erweitert.

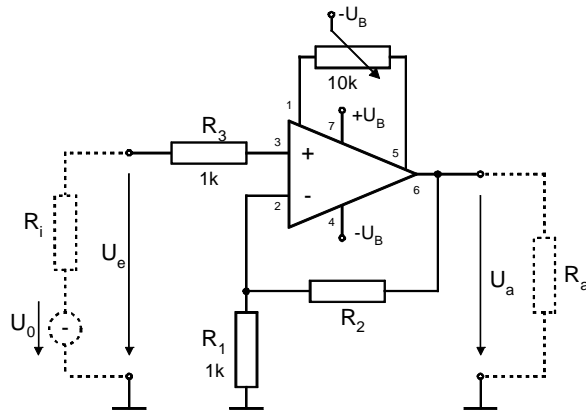


- I) Erläutern Sie kurz die Funktionsweise der Offsetkompensation in der Schaltung. Stellen Sie bei $U_e = 0V$ mittels des Potentiometers P_1 eine Ausgangsspannung von $U_a = 0V$ ein.
- II) Berechnen Sie die Verstärkung $V_u = U_a / U_e$ der Schaltung anhand der in der Zeichnung gegebenen Größen. Ermitteln Sie nun die Verstärkung der Schaltung mittels einer Messung (Richtwert $U_e = 30mV$).

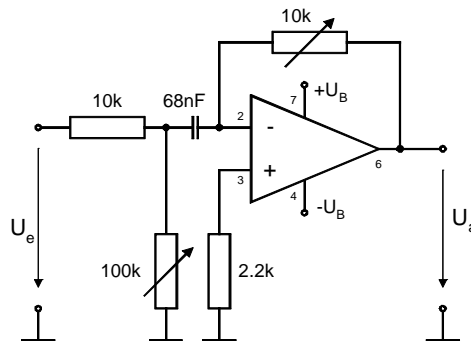
Versuch 4: Operationsverstärker

III) Nehmen Sie die Kennlinie $U_a=f(U_e)$ für $-100\text{mV} \leq U_e \leq 100\text{mV}$ auf und interpretieren Sie diese kurz.

- 3) *Nutzung der integrierten Offsetkompensation des OPVs (S_1 offen, S_3 geschlossen)*
 Oftmals ist eine Offsetkompensation bereits im OPV-IC integriert. Eine solche integrierte Kompensation wird nun genutzt. Führen Sie zunächst wieder einen Offsetabgleich durch. Nehmen Sie dann den Frequenzgang der Spannungsverstärkung der Schaltung auf und tragen Sie ihn in log. Papier auf (V_u :dB, f:log.).
 I) mit $R_2 = 100\text{ k}$
 II) mit $R_2 = 10\text{ k}$



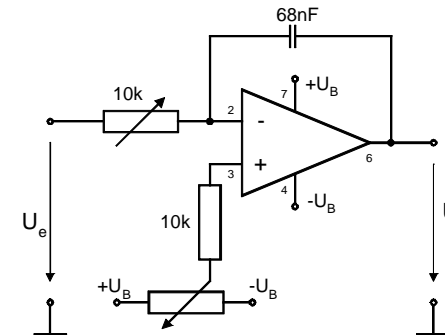
- 4) *Differenzglied*
 Die nachfolgende Schaltung zeigt ein aktives Differenzglied mit einem invertierenden Operationsverstärker.



Versuch 4: Operationsverstärker

- I) Geben Sie ein Rechtecksignal auf den Eingang und skizzieren Sie das Oszillogramm einer Periode bei 10 Hz, 100Hz, 1 kHz, 10 kHz und 100 kHz. Erläutern Sie die Diagramme.
 II) Geben Sie ein Sinussignal auf den Eingang und nehmen Sie den Frequenzgang auf (V_u :dB, f:log.). Die maximale Ausgangsamplitude u_{amax} sollte bei ca. $5V_{\text{ss}}$ liegen. Erläutern Sie Ihr Ergebnis.

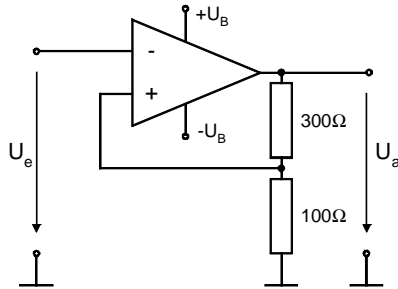
- 5) *Integrierglied*
 Die zu untersuchende Schaltung ist nun ein Integrierglied.
 I) / II) Aufgabenstellung siehe Differenzierglied



- 6) *Schmitt-Trigger*
 Um bei Schaltvorgängen Schwingungszustände zu vermeiden, werden häufig Schaltungen mit einer Schalthysterese eingesetzt. Im nachfolgenden sollen mit OPV aufgebaute Schmitt-Trigger-Schaltungen untersucht werden.

- I) *Invertierender Schmitt-Trigger*
 a) Nehmen Sie die Kennlinie $U_a=f(U_e)$ für $U_e = -6\text{V}$ bis $+6\text{V}$ und $U_e = +6\text{V}$ bis -6V auf. Interpretieren Sie kurz das Ergebnis.
 b) Legen Sie nun eine Wechselspannung ($f=1\text{kHz}$) am Eingang an und stellen Sie U_a und U_e auf dem Oszilloskop dar (X/Y - Betrieb). Skizzieren Sie das Ergebnis und erklären Sie kurz.

Versuch 4: Operationsverstärker



II) Nicht invertierender Schmitt-Trigger

Legen Sie eine Wechselspannung ($f=1\text{kHz}$) am Eingang an und stellen Sie U_a und U_e auf dem Oszilloskop dar (X/Y - Betrieb). Skizzieren und interpretieren Sie kurz das Ergebnis.

