

Operationsverstärker OPV

Operationsverstärker sind integrierte Schaltungen mit hoher Verstärkung. Sie beinhalten Eingangsdifferenzverstärker, Koppelstufen und eine Ausgangsstufe. Operationsverstärker weisen hohe Eingangswiderstände (100k bis 100G) und niedrige Ausgangswiderstände (25R bis 250R) auf. Die Verstärkung v_0 liegt normalerweise bei mehr als 100000fach (100dB). Operationsverstärker haben zwei Eingänge, einen negativen (Phasendrehung 180° zwischen Eingang- und Ausgangsspannung) und einen positiven (Ausgang gleiche Phase wie Eingang). Sie werden üblicherweise mit zwei Versorgungsspannungen (+15V, -15V) betrieben (s. Abb. 1). Bei Frequenzen oberhalb ca. 10Hz verhält sich der OPV wie ein Tiefpass (Grenzfrequenz typ. 10Hz und 2Mhz). Wegen des Aufbaus des Differenzverstärkers auf einem Chip und der Verwendung von integrierten Temperaturkompensationsschaltungen spielen Temperatureffekte bei den OPV so gut wie keine Rolle.

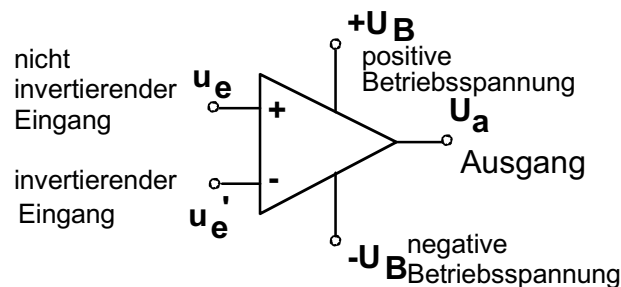


Abbildung 1: Schaltungssymbol des Operationsverstärkers

Operationsverstärker werden als Gleich- und Wechselspannungsverstärker eingesetzt. Der OPV wird dabei sehr stark gegengekoppelt, so dass das Verhalten der Schaltung im Wesentlichen von der Art der Gegenkopplung bestimmt wird.

In diesem Versuch soll das grundsätzliche Verhalten der OPV am Beispiel einiger häufig gebrauchten Grundschaltungen untersucht werden.

1) Invertierender Spannungsverstärker

Ein gemäß Abbildung 2 aufgebauter OPV wirkt als invertierender Verstärker, wobei zwischen der Ausgangsspannung u_a und der Eingangsspannung u_e folgende Beziehung gilt:

$$u_a/u_e = v_u = - (R_1/R_2)(1/(1+1/v_0)) \approx -R_1/R_2$$

Der Anschluß E' liegt dabei auf dem gleichen Potential wie der Anschluß E, d.h. auf 0V („virtuelle Masse“).

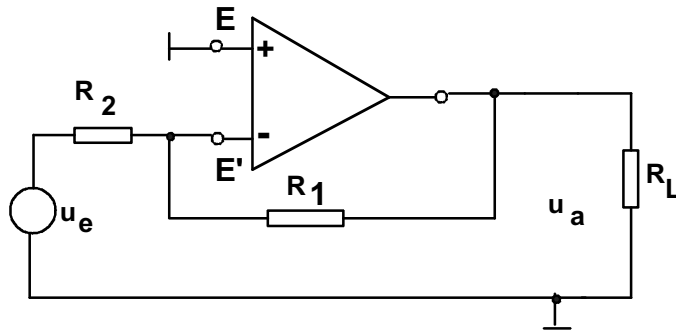


Abbildung 2: Invertierender Verstärker

Versuchsdurchführung

- Bestimmen Sie die Ausgangsspannung U_a für den Fall $U_e = 0V$. Warum ist $U_a \neq 0V$? Wie kann die Offsetspannung kompensiert werden?
- Beschalten Sie den OPV uA 741 so, dass sich eine Verstärkung von $v_u = -10$ ergibt (Versorgungsspannung $+15V$ und $-15V$). Verwenden Sie als Quelle eine einstellbare Gleichspannung und tragen Sie in ein Diagramm die Abhängigkeit $U_a = f(U_e)$ ein.
- Verwenden Sie jetzt einen Sinusgenerator als Signalquelle und beobachten Sie das Verhalten des maximal möglichen Ausgangssignals bei steigender Frequenz. Tragen Sie die Abhängigkeit der Amplitude des Ausgangssignals von der Frequenz in ein Diagramm ein (doppeltlogarithmische Darstellung). Diskutieren Sie die Ergebnisse. Welche Phasenbeziehung besteht zwischen Eingangs- und Ausgangssignal?

2) Nichtinvertierender Verstärker

Ein gemäss Abbildung 3 aufgebauter Verstärker wirkt als nichtinvertierender Verstärker mit der Verstärkung

$$v_u = (R_1 + R_2) / R_2 (1 / (1 + 1/v_0)) \approx 1 + R_1 / R_2 .$$

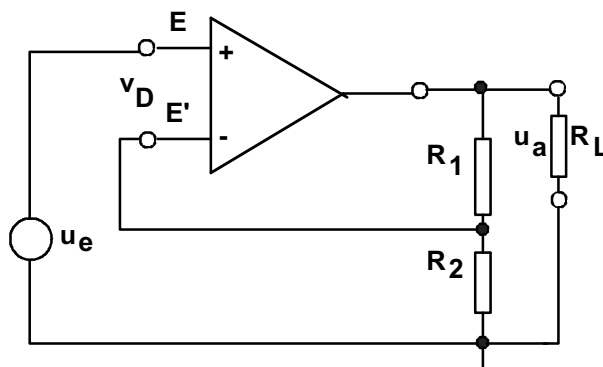


Abbildung 3: Nichtinvertierender OPV

Versuchsdurchführung

a) Beschalten Sie den OPV uA 741 so, dass sich eine Verstärkung von $v_u = 10$ ergibt (Versorgungsspannung +15V und -15V). Verwenden Sie als Quelle eine einstellbare Gleichspannung und tragen Sie in ein Diagramm die Abhängigkeit $U_a = f(U_e)$ ein.

b) Verwenden Sie jetzt einen Sinusgenerator als Signalquelle und beobachten Sie das Verhalten des Ausgangssignals bei steigender Frequenz. Tragen Sie die Abhängigkeit der Amplitude des Ausgangssignals von der Frequenz in ein Diagramm ein (doppeltlogarithmische Darstellung). Diskutieren Sie die Ergebnisse. Welche Phasenbeziehung besteht zwischen Eingangssignal und Ausgangssignal?