

Auswertung des Versuches
P2-59
Operationsverstärker

Markus Engelhardt

Manuel Schmidberger

9. Mai 2005

Inhaltsverzeichnis

1	Emitterschaltung eines Transistors	3
1.1	Einstufiger Transistorverstärker	3
1.2	Verstärkung des Eingangssignales	3
1.3	Verstärkung ohne Emitterkondensator	3
1.4	Frequenzabhängigkeit des Verstärkers	3
2	Grundschtaltung eines Operationsverstärkers	4
2.1	Nicht invertierender Verstärker	4
2.2	Ein- und Ausgangswiderstand	4
2.3	Frequenzabhängigkeit der Verstärkung	5
3	Grundschtaltung eines OPV (invertierbar)	5
3.1	Aufbau mit 10-facher Verstärkung	5
3.2	Addierer	6
3.3	Integrierer	6
3.4	Differenzierer	6
4	Komplexere Schaltungen	6
4.1	Idealer Einweggleichrichter	6
4.2	Generator für Dreiecks- und Rechteckspannung	6
4.3	Programmierte Differenzialgleichung 2. Ordnung	6

1 Emitterschaltung eines Transistors

1.1 Einstufiger Transistorverstärker

Die Schaltung wird wie in der Vorbereitung beschrieben aufgebaut und eine Verstärkung des Ausgangssignales beobachtet.

Als Eingangssignal wird ein Sinussignal mit $f = 1 \text{ kHz}$ benutzt. Das Ausgangssignal ist invertiert (siehe Messprotokoll).

1.2 Verstärkung des Eingangssignales

Für den Versuch aus Aufgabe 1.1 wird für $U_e = 5 \text{ mV}$ und für $U_a = 800 \text{ mV}$ gemessen.

Hieraus ergibt sich eine Verstärkung von

$$v = \frac{U_a}{U_e} = \frac{800 \text{ mV}}{5 \text{ mV}} = \underline{160}$$

1.3 Verstärkung ohne Emitterkondensator

Im Folgenden wird die Schaltung aus Aufgabe 1.1 ohne Emitterkondensator betrachtet.

Für den Basisemitterstrom ergibt sich eine Verstärkung von

$$v \approx \frac{R_c}{R_e} = \frac{470 \text{ } \Omega}{100 \text{ } \Omega} = \underline{4,7}$$

Dieses Ergebnis wird mit durch Messung der Ein- und Ausgangsspannungen und der daraus gewonnenen Verstärkung bestätigt.

1.4 Frequenzabhängigkeit des Verstärkers

Bei der Überprüfung der Frequenzabhängigkeit der Verstärkung ergeben sich die in Tabelle 1 aufgeführten Werte.

Leider ist es aus technischen Gründen nicht möglich die für diese Aufgabe relevanten kleinen Frequenzen keine brauchbare Anzeige auf dem Oszillator einstellbar.

Da es sich hierbei um einen so genannten Hochpass handelt, sind bei Frequenzen unter 100 Hz deutlich geringere Verstärkungen zu beobachten.

Tabelle 1: Frequenzabhängigkeit

Frequenz f in Hz	U_e in mV	U_a in mV	Verstärkungsfaktor
100	5	21	4,2
200	5	23	4,6
300	5	23	4,6
500	5	23	4,6
1.000	5	23	4,6
5.000	5	23	4,6
10.000	5	23	4,6
20.000	5	23	4,6

2 Grundschtaltung eines Operationsverstärkers

2.1 Nicht invertierender Verstärker

Der Versuch wird wie in der Vorbereitung beschrieben aufgebaut.

Die zu erwartende Verstärkung wird sichtbar.

Es ergibt sich eine Verstärkung von

$$v = \frac{U_a}{U_e} = \frac{650 \text{ mV}}{60 \text{ mV}} = \underline{10,8}$$

2.2 Ein- und Ausgangswiderstand

Wie in der Vorbereitung beschrieben wird nun ein Potentiometer zwischen dem Eingangssignal und dem Operationsverstärker (OPV) geschaltet.

Im Folgenden wird der Potentiometer von Null auf seinen Maximalwert von $10 \text{ k}\Omega$ hochgeregt. Dabei ist keinerlei Veränderung sichtbar. Deshalb wird ein größtmöglicher Widerstand von $1 \text{ M}\Omega$ anstelle des Potentiometers eingesetzt.

Aber auch hier ist keine Veränderung am Oszillator festzustellen.

$$\Rightarrow R_{\text{Eingang}} \gg 1 \text{ M}\Omega$$

Für den Ausgangswiderstand wird der kleinstmögliche Widerstand von $R = 100 \text{ }\Omega$ eingesetzt. Doch auch hier ist keine Veränderung festzustellen.

$$\Rightarrow R_{\text{Ausgang}} \ll 100 \text{ }\Omega$$

2.3 Frequenzabhängigkeit der Verstärkung

In dieser Aufgabe wird die Frequenzabhängigkeit eines OPV überprüft. Dabei ergaben sich die in Tabelle 2 aufgelisteten Werte.

Tabelle 2: Frequenzabhängigkeit

Frequenz f in Hz	U_e in mV	U_a in mV	Verstärkungsfaktor
20	60	680	11,3
100	60	700	11,6
1.000	60	700	11,6
10.000	60	700	11,6
25.000	60	675	11,3
50.000	60	600	10,0
75.000	60	575	9,6
100.000	60	550	9,2

Hieraus erkennt man, dass für mittlere Frequenzen (im Bereich von 100 bis 10.000 Hz der Verstärkungsfaktor konstant bleibt und er außerhalb dieses Bereiches abfällt.

3 Grundsaltung eines OPV (invertierbar)

3.1 Aufbau mit 10-facher Verstärkung

Nach Aufbau der Schaltung wird eine Verstärkung des Eingangssignales sichtbar (siehe Messprotokoll!).

Die Verstärkung beträgt hier

$$v = \frac{U_a}{U_e} = \frac{620 \text{ mV}}{50 \text{ mV}} = \underline{12,4}$$

Damit wird in guter Näherung die geforderte Verstärkung von 10 erreicht.

3.2 Addierer

Die Schaltung dieser Aufgabe wird mit zwei $10\text{ k}\Omega$ -Widerständen aufgebaut. Verstellt man mit dem Potentiometer den einen Widerstand, so verschiebt sich das Eingangssignal auf dem Oszillaorschirm nach oben.

3.3 Integrierer

Als Eingangssignal wird eine Dreiecksspannung verwendet. Durch das RC-Integrierglied ergibt sich als Ausgangssignal ein sinusförmiger Verlauf der Spannung (siehe Messprotokoll!).

3.4 Differenzierer

Auch hier wird als Eingangssignal eine Dreiecksspannung verwendet. Als Ausgangssignal ergibt sich bei diesem Versuch eine so genannte Rechteckspannung. Da die Spitzen des Eingangssignales nicht differenzierbar sind, entstehen im Ausgangssignal Sprünge und unscharfe Stellen.

4 Komplexere Schaltungen

4.1 Idealer Einweggleichrichter

Der Gleichrichter arbeitet wie erwartet: positive Spannungsanteile werden gesperrt, während negative invertiert durchgelassen werden. Das Bild der Ausgangssignale ist jedoch insgesamt ins Negative verschoben. Diese Verschiebung der Null-Lage resultiert vermutlich aus einer Kopplung im Oszillator.

4.2 Generator für Dreiecks- und Rechteckspannung

Leider kann dieser Versuch aus Zeitgründen hier nicht dargestellt werden.

4.3 Programmierte Differenzialgleichung 2. Ordnung

Der Versuch wird von allen Gruppen gemeinsam durchgeführt. Es zeigt sich das übliche Schwingungsbild. Die Amplitude des zugeführten Sinusbildes kann mit Hilfe eines Potentiometers verändert werden.