

Inhaltsverzeichnis

1 Betriebsspannung

- 1.1 Experimentelle Durchführung
- 1.2 Ergebnisse und Diskussion

2 Slew Rate

- 2.1 Experimentelle Durchführung
- 2.2 Ergebnisse und Diskussion

3 Offset-Abgleich

- 3.1 Experimentelle Durchführung
- 3.2 Ergebnisse und Diskussion

4 Übertragungsverhalten

- 4.1 Experimentelle Durchführung
- 4.2 Ergebnisse und Diskussion

5 Integrator und Differentiator

- 5.1 Experimentelle Durchführung
- 5.2 Ergebnisse und Diskussion

1 Betriebsspannung

In diesem Versuch soll der Einfluss der Versorgungsspannung auf das Ausgangssignal betrachtet werden.

1.1 Experimentelle Durchführung

Der Operationsverstärker (**TL082**) wurde wie in Abbildung 1 dargestellt, aufgebaut. Dabei wird der Operationsverstärker als Spannungsfolger betrieben. Da der Einfluss der Versorgungsspannung auf das Ausgangssignal untersucht werden soll, werden die positive und negative Betriebsspannung simultan von $\pm 12\text{ V}$ auf 0 V reduziert. Anhand der Messergebnisse der Ausgangsspannung lassen sich Aussagen über die Offset-Spannung treffen.

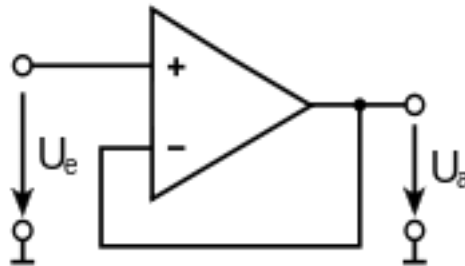


Abbildung 1: Spannungsfolger Schaltung

1.2 Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 stellt die Ergebnisse der Offsetspannung dar. Auffällig ist, dass die Offsetspannung in dem Bereich $U_{dd} \leq 4$ sehr stark schwankt.

Zwischen $\pm 12 V$ und $\pm 5 V$ nimmt die Offsetspannung konstant leicht ab.

Für $U_{DD} = 2 V$ ist die Offsetspannung sehr stark negativ, hingegen steigt sie für $U_{DD} = 1 V$ auf $290,12 mV$ an. Dies Verhalten lässt sich durch die Halbleitertechnik des Operationsverstärker erklären, dieser OPV besteht aus mehreren Transistoren, welche eine gewisse Spannung benötigen, um den Strom leiten zu können.

Tabelle 1: Offsetspannung des Operationsverstärker

Betriebsspannung U_{DD} in V	± 0	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9	± 10	± 11	± 12
Offsetspannung U_{Off} in mV	4,40	290,12	-50,28	1,68	2,22	2,36	2,46	2,54	2,63	2,66	2,71	2,77	2,82

2 Slew Rate

In diesem Versuch soll die Slow-rate eines Operationsverstärker bestimmt werden.

2.1 Experimentelle Durchführung

Zur Messung der Slow-rate wird erneut die Schaltung aus Abbildung 1 verwendet. Bei diesem Versuch wird allerdings die Betriebsspannung konstant bei $U_{DD} = 12 V$ gehalten. Außerdem wird am Eingang U_e ein Funktionsgenerator mit Rechtecksignal angeschlossen ($V_{pp} = 5 V$ und $f = 1 kHz$). Die Ausgangsspannung wird mit Hilfe eines Oszilloskop gemessen. Die Steigung der Kennlinie, die daraus resultiert, entspricht der Slow-rate.

Die Slow-rate kann mit folgende Formel bestimmen:

$$SR = \frac{\Delta U}{\Delta t}$$

Zum Schluss dieses Teil Versuches sollte die Ausgangsspannung bei drei verschiedene Frequenzen: $20 kHz$, $200 kHz$ und $2000 kHz$ mit einem Sinus als Eingangssignal bestimmt werden.

2.2 Ergebnisse und Diskussion

Aus Abbildung 2 lassen sich folgende Werte ablesen, mit denen man die Slow-rate bestimmen kann: $\Delta t = 180 ns$ und $\Delta U = 2,36 V$.

$$SR = \frac{2,36}{180} = 13,11 V/\mu s$$

In Datenblatt ist eine Slow-rate von $SR_{typ} = 13 V/\mu s$. Unser ermittelter Wert kommt dieser Slow-rate sehr nah. Es zeigt sich, dass der Spannungsfolger eine konstante Am-

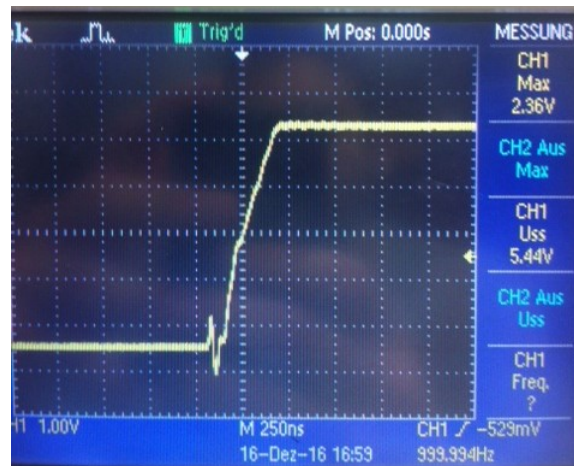


Abbildung 2: Kurve der slow-rate Messung

plitude bei ca. $5 V_{pp}$ bei den Frequenzen $20 kHz$ und $200 kHz$ besitzt (Abbildung 3, 4). Bei relativ hohen Frequenzen in unserem Fall $2000 kHz$ verändert sich das Sinussignal sehr stark (Abbildung 5). Das Ausgangssignal hat eine geringere Amplitude ($3.60 V$) und die Kurve ist nicht mehr rund, sondern eckig. Der Grund hierfür ist, dass der Verstärker bei zu hohen Frequenzen dem Signal nicht mehr folgen kann, was auf die interne Kapazität des Verstärker zurückzuführen ist.

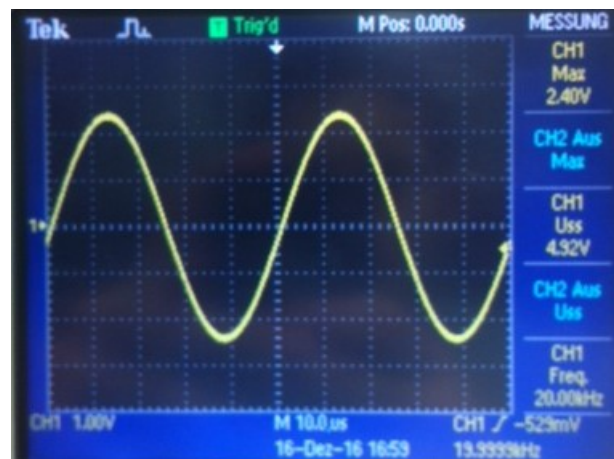


Abbildung 3: Frequenzverhalten des OPs bei $10kHz$

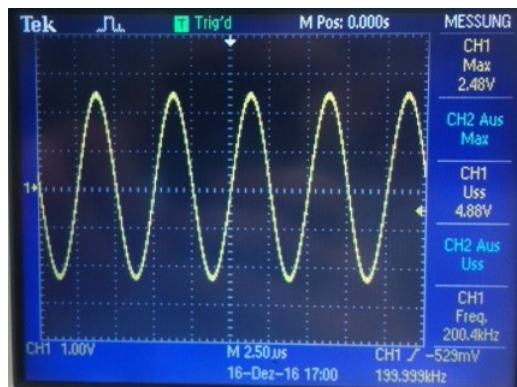


Abbildung 4: Frequenzverhalten
des OPs bei 100kHz

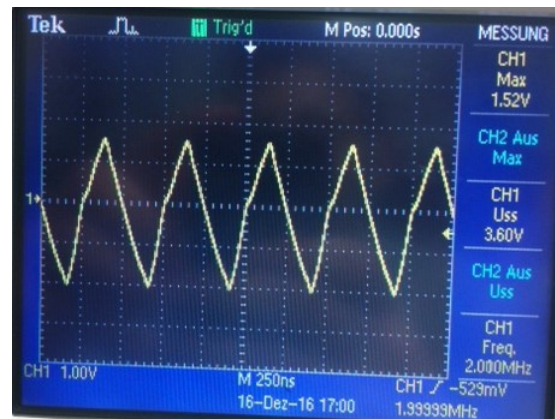


Abbildung 5: Frequenzverhalten
des OPs bei 1000kHz

3 Offset-Abgleich

In dieser Teilaufgabe soll ein Offset-Abgleich ($U_a < 0,2\text{ mV}$) durchgeführt werden.

3.1 Experimentelle Durchführung

Der Operationsverstärker wird wie in Abbildung 6 aufgebaut. Zunächst wird die Offsetspannung am Ausgang ohne Offset-Abgleich gemessen. Im zweiten Schritt wird ein Offset-Abgleich durchgeführt, um die Offsetspannung unter $0,2\text{ mV}$ zu reduzieren. Für die Widerstände wurden folgende Werte genommen:

$$\begin{aligned} R_1 &= 10\text{ k}\Omega \\ R_2 &= 2,4\text{ k}\Omega \\ R_3 &= 2\text{ k}\Omega \\ R_x &= 22\text{ k}\Omega \\ R_z &= 100\text{ k}\Omega \end{aligned}$$

Für den Widerstand R_y wurde für den Offset-Abgleich ein Potentiometer eingesetzt.

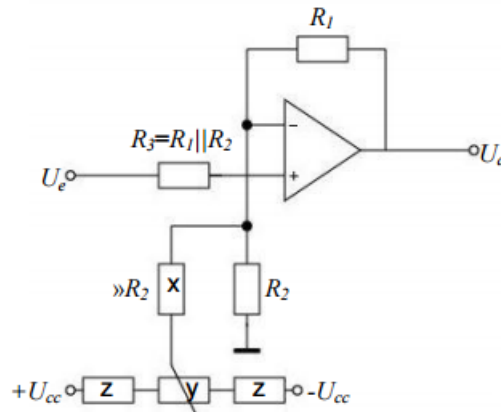


Abbildung 6: Offsetkompensation für nichtinvertierenden OPV

3.2 Ergebnisse und Diskussion

Die Offsetspannung ohne Offset Abgleich betrug $14,31 \text{ mV}$. Um diese Offsetspannung zu minimieren, wurde das Potentiometer auf ca. $20 \text{ k}\Omega$ eingesetzt. Durch das Einstellen des Potentiometers sank die Offsetspannung auf ca. $0,17 \text{ mV}$.

4 Übertragungsverhalten

In diesem Versuchsteil wird das Übertragungsverhalten des Operationsverstärkers analysiert.

4.1 Experimentelle Durchführung

Es sollte der nicht invertierende Verstärker mit $A_{d0} = 5$ wie in Abbildung 6 zu sehen ist, aufgebaut werden. Zunächst wird die Kennlinie der Ausgangsspannung U_a als Funktion der Eingangsspannung U_e aufgenommen. Das Ergebnis soll mit der PSpice Simulation verglichen werden. Danach sollte der Betrag und die Phase bestimmt werden. Für die Messung sollte ein logarithmischer Frequenzbereich gewählt werden. Im zweiten Versuchsteil wird die Verstärkung des nicht invertierenden Verstärkers auf $A_{d0} = 50$ vergrößert, und es sollte wiederum der Betrags- und Phasengang bestimmt werden. Zum Schluss sollten die Betrags- und Phasengänge der unterschiedlichen Verstärkung miteinander verglichen werden.

4.2 Ergebnisse und Diskussion

Man kann erkennen, dass der Operationsverstärker solange linear verstärkt bis er die Betriebsspannung erreicht hat. Dieses Verhalten kann man sowohl in der Messung als auch in der Simulation erkennen (Abbildung 7 bzw. 8). Wobei der Theoretische Wert

von der Betriebsspannung bei der Messung nicht erreicht wird (bei ca. 11,4 V), da nicht mit idealen Bauteilen gearbeitet wird. Aus unseren Messergebnissen ergaben

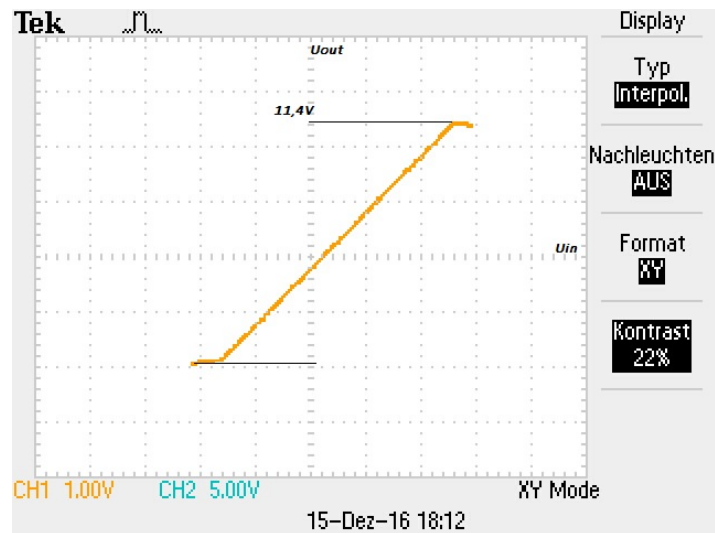


Abbildung 7: Übertragungsverhalten des Operationsverstärker (Gruppe 14, Donnerstag)

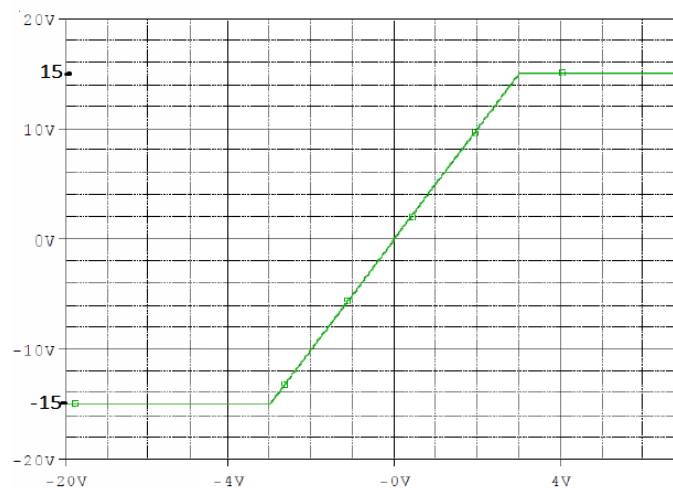


Abbildung 8: Übertragungsverhalten des Operationsverstärker Simulation (U_{in} x-Achse, U_{out} y-Achse)

sich folgende Schaubilder (Abbildung 9-15), jeweils für $A_{d0}=5$ und $A_{d0}=50$. Es Zeigt

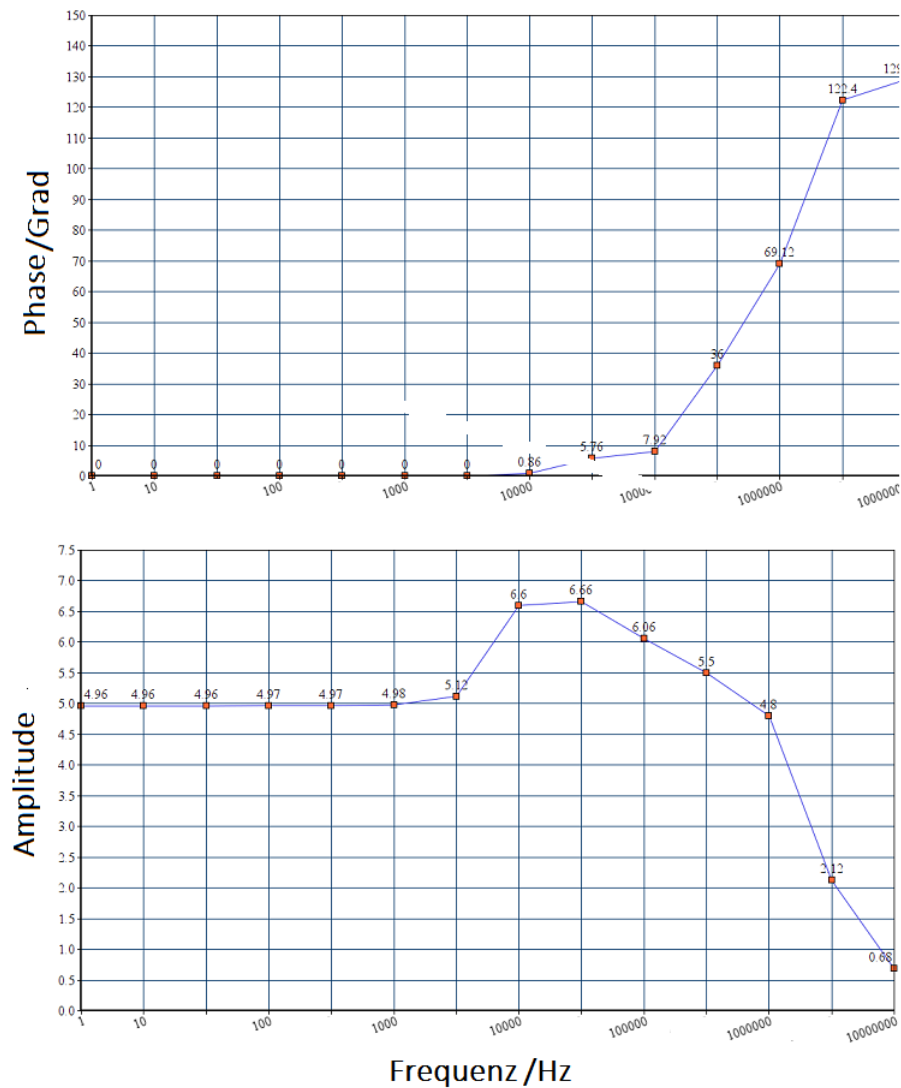


Abbildung 9: Phasen- und Amplitudengang mit $A=5$

sich, dass eine Vergrößerung der Verstärkung von 5 auf 50 kaum ein Einfluß auf die Schaubilder haben, die Ungenauigkeiten lassen sich durch Messfehler bzw. Messungenauigkeiten zurück führen.

Zu erkennen ist, dass es sich beim Operationsverstärker um einen Tiefpass handelt, da dessen Verstärkungsverhalten bei größeren Frequenzen absinkt. Dieses Verhalten ist aus Stabilitätsgründen charakteristisch für einen Operationsverstärker

5 Integrator und Differentiator

Dieser Versuch dient der praktischen Untersuchung einer Integratorschaltung mittels Operationsverstärker.

5.1 Experimentelle Durchführung

In diesem Versuch wird ein Integrator wie in Abbildung 8 zu sehen ist, aufgebaut. Dabei werden folgende Werte verwendet:

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \text{ k}\Omega \\ C &= 150 \text{ nF} \\ f &= 1 \text{ kHz} \end{aligned}$$

Als Eingangssignal sollen verschiedene Kurvenform verwendet werden. Die Ausgangssignale für jeder Kurvenform sind im Ergebnisteil dargestellt.

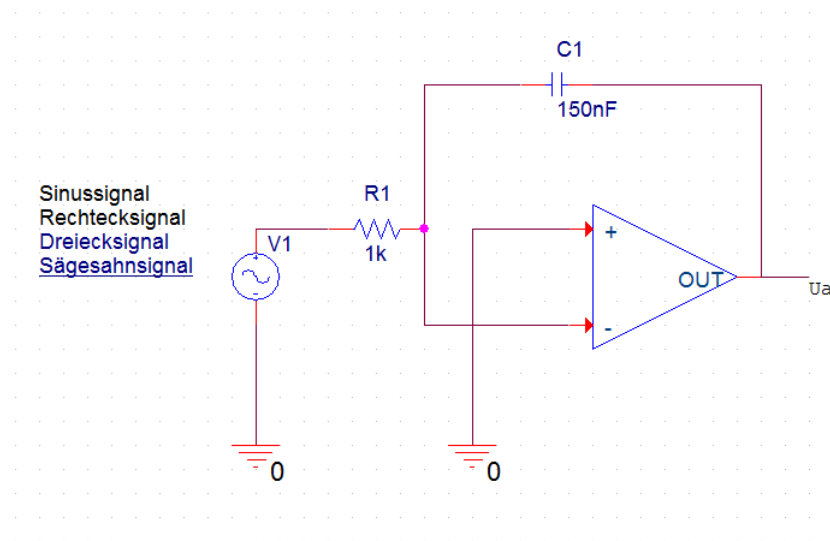


Abbildung 10: Sinussignal am Integrator

5.2 Ergebnisse und Diskussion

Das integrierende Verhalten der Integrator-Schaltung ist in den Abbildungen 9 bis 12 gut zu erkennen.

Die Eingangsspannung ist jeweils blau und die Ausgangsspannung ist jeweils gelb.

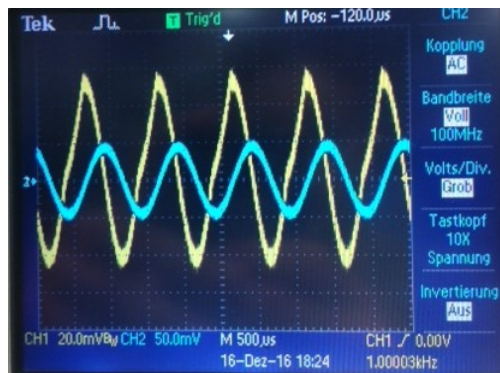


Abbildung 11: Sinussignal am Integrator

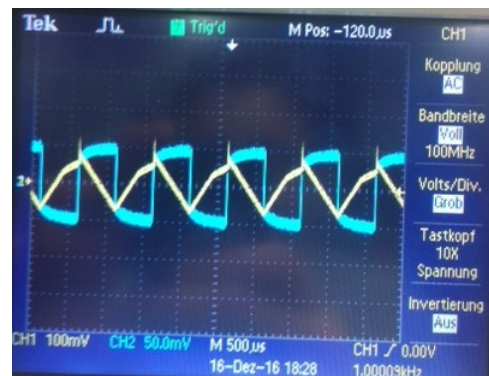


Abbildung 12: Rechtecksignal am Integrator



Abbildung 13: Dreiecksignal am Integrator



Abbildung 14: Sägesahnsignal am Integrator

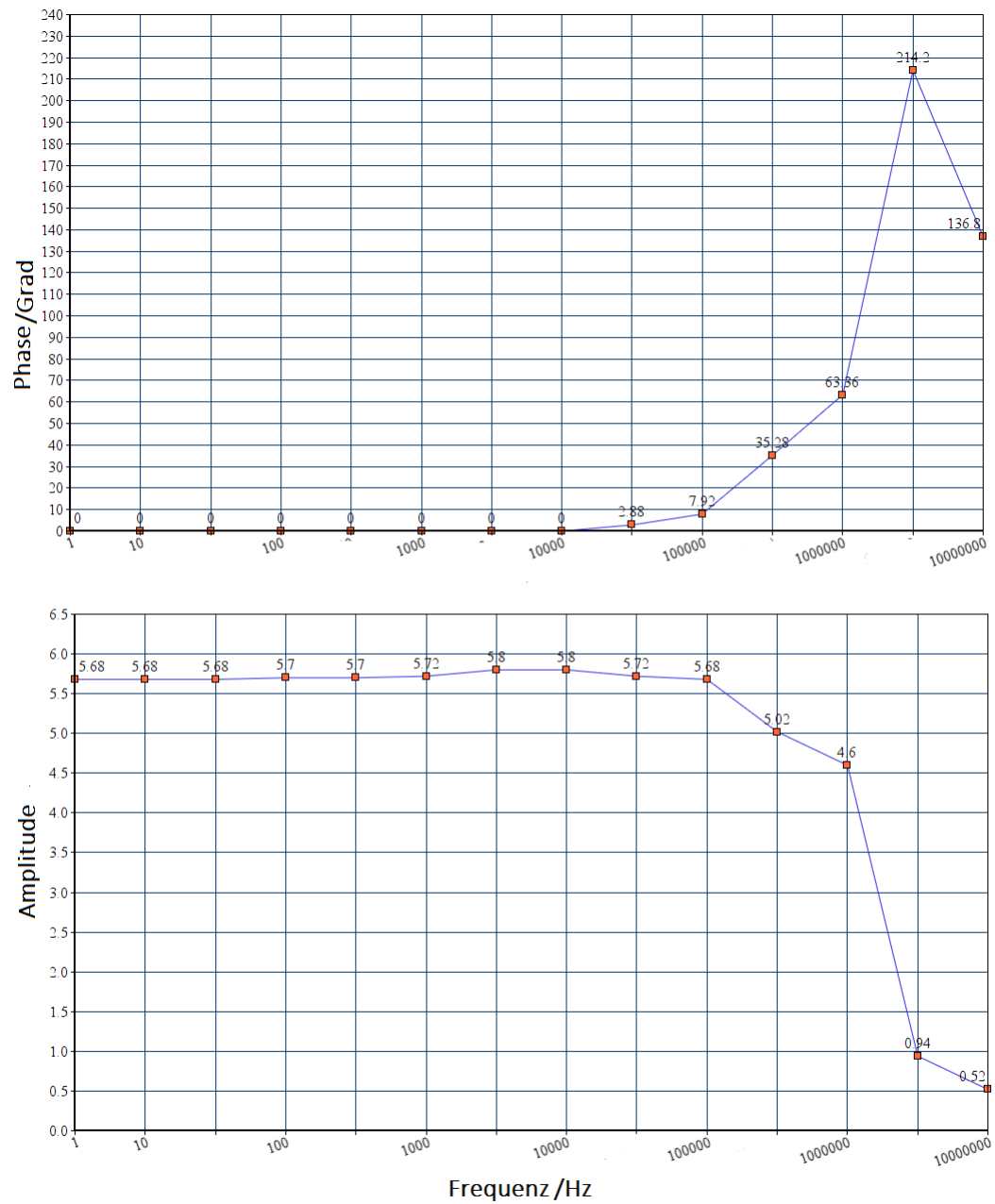


Abbildung 15: Phasen- und Amplitudengang mit $A=50$