



# Laborbericht 2: Messdatenerfassung und Messdatenverarbeitung

## Laborbericht Messdatenerfassung

des Studiengangs Informatik IT-Automotive  
an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart

von

**Philipp Gehrig**  
**Dinar Karchevskii**

November 2023

Matrikelnummer, Kurs  
Matrikelnummer 2, Kurs  
Ausbildungsfirma 1  
Ausbildungsfirma 2  
Betreuer

5622763, ITA22  
9431638, ITA22  
Mercedes-Benz, Sindelfingen  
eClassics, Bielefeld  
Prof. Dr. rer. nat. Matthias Drüppel

# Inhaltsverzeichnis

|  |            |
|--|------------|
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b>   | <b>II</b>  |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>   | <b>III</b> |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>   | <b>1</b>   |
| <b>1 Versuch 1: Kapazitätsmessung eines unbekannten Kondensators</b> | <b>2</b>   |
| 1.1 Vorbereitung . . . . .   | 2          |
| 1.2 Versuchsdurchführung . . . . .                                   | 2          |
| 1.3 Fehlerrechnung . . . . .   | 6          |
| <b>2 Versuch 2: Passiver Zweipol</b>                                 | <b>7</b>   |
| 2.1 Versuchsdurchführung . . . . .                                   | 7          |
| 2.2 Verzerrung des Signals . . . . .                                 | 9          |
| <b>3 Versuch 3: Leistungsaufnahme eines Widerstand</b>               | <b>11</b>  |
| <b>4 Versuch 4: Widerstandsmessung mittels Vierdrahtmethode</b>      | <b>12</b>  |
| 4.1 Versuchsdurchführung . . . . .                                   | 12         |
| <b>5 Versuch 5: Statistik</b>  | <b>13</b>  |
| <b>6 Versuch 6: Aktiver Tiefpass erster Ordnung</b>                  | <b>14</b>  |
| 6.1 Vorbereitung . . . . .   | 14         |
| 6.2 Versuchsdurchführung . . . . .                                   | 15         |
| <b>Anhang</b>  | <b>17</b>  |

# Abkürzungsverzeichnis

# Abbildungsverzeichnis

|     |                                      |    |
|-----|--------------------------------------|----|
| 1.1 | Ladekurve des Kondensators . . . . . | 3  |
| 1.2 | Schaltskizze . . . . .               | 3  |
| 1.3 | Schaltung . . . . .                  | 4  |
| 1.4 | Ladekurve . . . . .                  | 5  |
| 1.5 | Zeitmessung . . . . .                | 5  |
| 2.1 | Schaltungsskizze . . . . .           | 8  |
| 2.2 | Schaltskizze . . . . .               | 9  |
| 4.1 | Schaltungsskizze . . . . .           | 12 |
| 6.1 | Schaltungsskizze . . . . .           | 14 |

# Tabellenverzeichnis

# 1 Versuch 1: Kapazitätsmessung eines unbekannten Kondensators

## 1.1 Vorbereitung

### 1.1.1 Benötigte Geräte

Für den Versuch werden folgende Geräte benötigt

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Kondensators unbekannter Größe ( $1\text{nF} \leq C_x \leq 10\text{nF}$ ) |                           |
| Widerstand $4,7\text{ k}\Omega$   |                           |
| Funktionsgenerator  | T3AFG80                   |
| Digital-Multimeter  | Fluke TRUE RNS MULTIMETER |
| Oszilloskop   | Keysight DSOX1102A        |

### 1.1.2 Ziel des Versuchs

Für einen unbekannten Kondensator in einer BlackBox ist ein Bereich der Kapazität  $1\text{nF} \leq C_x \leq 10\text{nF}$  angegeben. Ziel dieses Versuches ist es, die Kapazität des Kondensators genau zu bestimmen und eine Fehlerrechnung durchzuführen.

## 1.2 Versuchsdurchführung

### 1.2.1 Ladekurve des Kondensators

Der Kondensator hat eine Ladekurve, die mit der Gleichung

$$U_C = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right), \tau = RC$$

beschrieben werden kann.

Die Ladekurve sieht folgendermaßen aus:

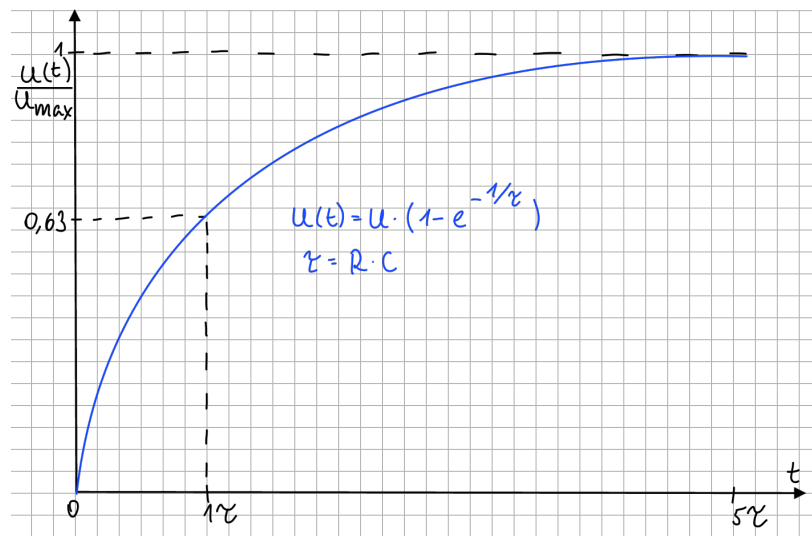


Abbildung 1.1: Ladekurve des Kondensators

Nach einem  $\tau$  erreicht der Kondensator 62.3% seiner maximalen Spannung.

## 1.2.2 Erstellen einer Schaltung

Man erstellt eine Schaltung, mit der das Lade- und Entladeverhalten des Kondensators mit dem Oszilloskop beobachtet werden kann. Dafür wird der Frequenzgenerator durch den Vorwiderstand  $R_V$  mit dem Kondensator verbunden. Die Messung erfolgt mit dem Oszilloskop parallel zum Kondensator, die Masseklemme des Tastkopfs sollte möglichst nah an dem Frequenzgenerator platziert werden.

Dadurch, dass man den Kondensator direkt mit  $U_{\max}$  aufladen muss, verwendet man den Rechtecksignal. Die Amplitude des Signals liege im Intervall zwischen ca. 3 und 10 Vpp. Man verwendet hier kein Offset. Resümierend, entsteht hier folgende Schaltung:

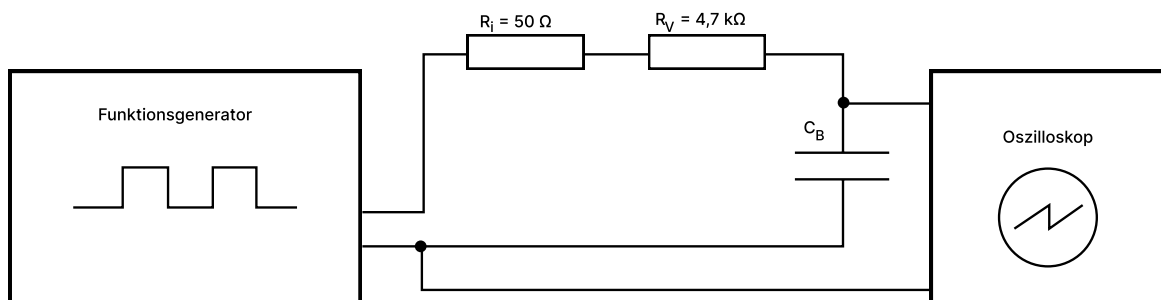


Abbildung 1.2: Schaltskizze

Der nahezu vollständige Ladevorgang dauert ca.  $5 \tau$ . Basierend darauf kann man den Intervall für die im Schaltung verwendete Frequenz berechnen:

$$f = \frac{1}{5\tau} \quad \text{mit } \tau = RC$$

Für  $C = 1 \text{ nF}$  gilt:

$$\tau = 4700\Omega * 10^{-9}F = 4,7 * 10^{-6}s$$

Für  $C = 10 \text{ nF}$  gilt:

$$\tau = 4700\Omega * 10 * 10^{-9}F = 4,7 * 10^{-5}s$$

Somit gilt für die Frequenz:

$$f \in I = [4255Hz; 42553Hz]$$

### 1.2.3 Versuchsaufbau und Messung

Vor der Aufbau wird der im Versuchsberschreibung angegebene Widerstand von  $4,7 \text{ k}\Omega$  mit dem Digital-Multimeter überprüft. Dieser liegt mit  $4,583 \text{ k}\Omega$  im Toleranzbereich von 5%.

Mit dem BlackBox 27 baut man die Schaltung auf. Es resultiert folgende Anordnung:

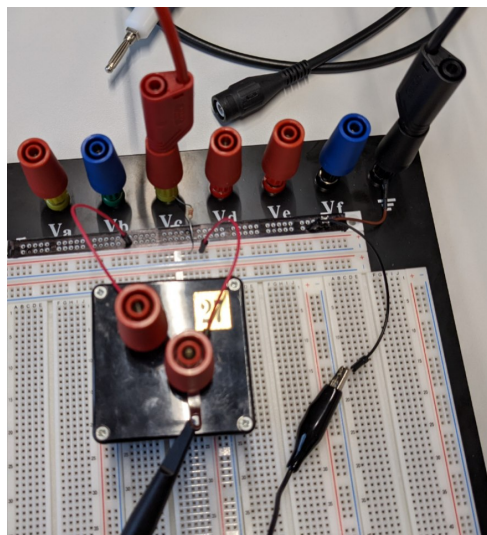


Abbildung 1.3: Schaltung

In der Anordnung wird ein Rechtecksignal mit der Frequenz  $10 \text{ kHz}$ , der Amplitude  $6 \text{ Vpp}$ , keinem Offset und Duty 50% verwendet.



Es wird folgende Ladekurve am Oszilloskop beobachtet:

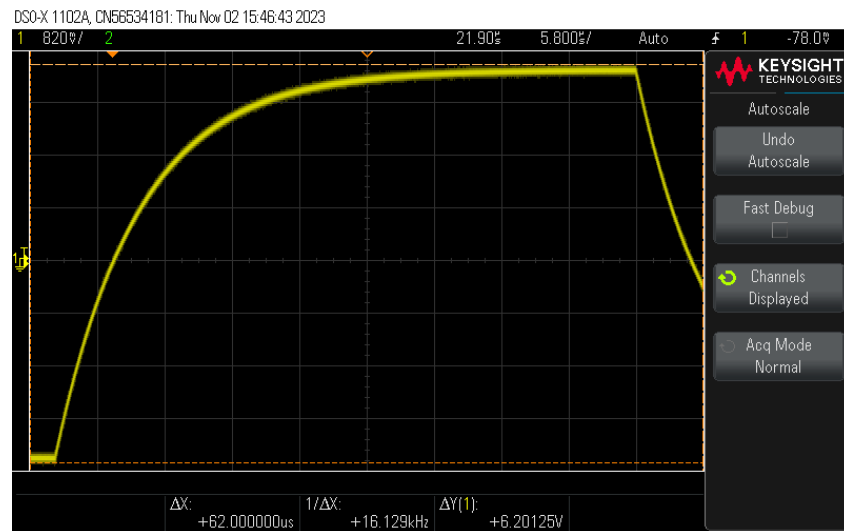


Abbildung 1.4: Ladekurve

Man beachte, dass trotz angestellter Amplitude in Höhe von 6 Vpp, wird am Oszilloskop 6,21 V Amplitude angezeigt. Mit dieser Information wird die Zeitkonstante  $\tau$  berechnet. Man kalkuliert 63,2% von der Amplitude:  $6,21V * 0,632 = 3,924V$ . Man stellt die Y-Cursor auf diese Spannung und misst mit den X-Cursor die Zeit:

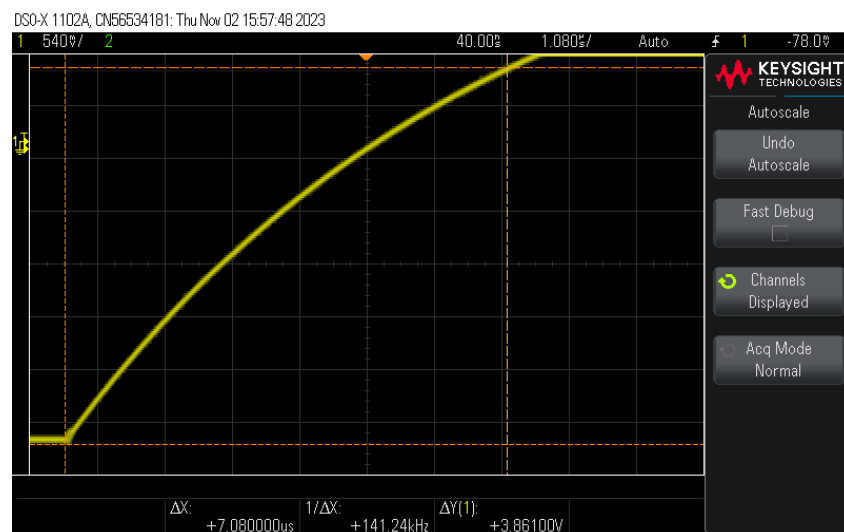


Abbildung 1.5: Zeitmessung

Es ergeben sich  $7,08 \mu s$  für die Zeitkonstante  $\tau$ .

### 1.2.4 Bestimmung der Kapazität

## 1.3 Fehlerrechnung

Zur Berechnung des wird die Formel für die Kapazität eines Kondensators verwendet:

$$Q(t) = C \cdot V \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \quad (1.1)$$

THIS IS TEST

## 2 Versuch 2: Passiver Zweipol

### Benötigte Geräte

|                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| Backbox            | unbekannt                 |
| Funktionsgenerator | T3AFG80                   |
| Digital-Multimeter | Fluke TRUE RNS MULTIMETER |
| Oszilloskop        | Keysight DSOX1102A        |

### 2.0.1 Ziel des Versuchs

Ziel dieses Versuch ist es von einem unbekannten Bauteil (BlackBox 3) zunächst die Art der Bauteile zu bestimmen. Anschließend soll die Anordnung der Bauteile innerhalb der BlackBox bestimmt werden. Des weiteren wurde angegeben, dass es eine Kombination aus 2 der folgenden Bauteile ist:

- Widerstand R
- Kondensator C
- Spule L

### 2.1 Versuchsdurchführung

Der Vorwiderstand aus Versuch 1 wurde verwendet. Der ausgemessene Wert hierfür betrug  $R_v = 4,583 \text{ k}\Omega$ . Auch hier muss man wieder beachten, dass der Widerstand des Funktionsgenerators hier hinzuaddiert werden muss. Dieser beträgt  $R_i = 50\Omega$ . Somit ergibt sich  $R_{v*} = 4,633 \text{ k}\Omega$ .

### 2.1.1 Versuchsaufbau

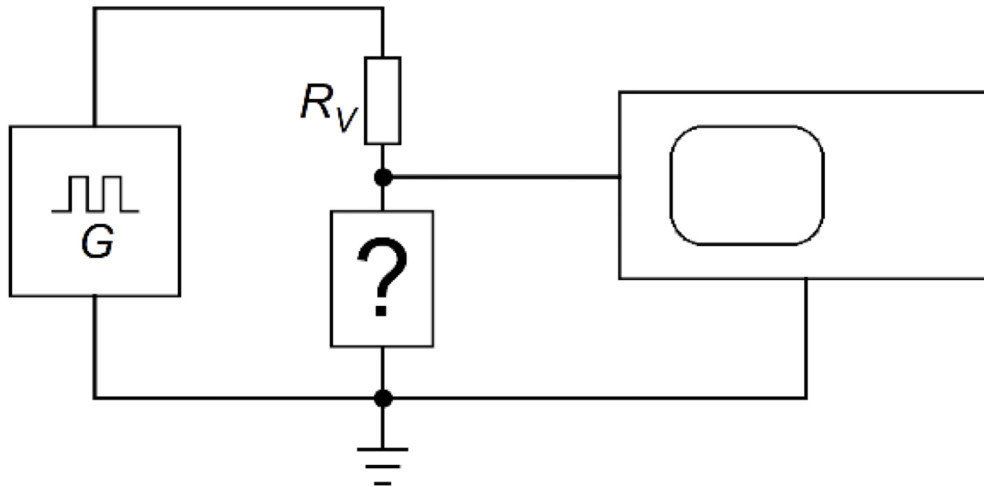


Abbildung 2.1: Schaltungsskizze

XXXXXX Abbildung Versuchsaufbau XXXXXX

### 2.1.2 Bauteile bestimmen

XXXXXX Abbildung Oszilloskop XXXXXX

Durch das anschließen an das Oszilloskop wird ersichtlich, dass ein Bauteil ein Kondensator ist. Nun wird durch eine Messung mit dem Digital-Multimeter das zweite Bauteil bestimmt. Dabei messen wir einen Widerstand von  $8,20\text{k}\Omega$ , sowie einen Spannungsabfall von  $1,588\text{V}$ .

| Bauteil 1   | Verschaltungsart | Bauteil 2  | Widerstand der BlackBox |
|-------------|------------------|------------|-------------------------|
| Kondensator | parallel         | Spule      | 0                       |
| Kondensator | in Reihe         | Spule      | $\infty$                |
| Kondensator | parallel         | Widerstand | =Widerstand             |
| Kondensator | in Reihe         | Widerstand | $\infty$                |

Da der Widerstand in der BlackBox nicht unendlich groß ist, kann es sich nicht um eine Schaltung in Reihe handeln. Da der Widerstand in der BlackBox nicht 0 ist, kann es sich nicht um eine Parallelschaltung mit einer Spule handeln. Somit muss es sich um eine Parallelschaltung mit einem Widerstand handeln. Dieser Widerstand ist (s.o.)  $R_B =$

8,20k $\Omega$ . Mit dem Widerstand und der Frequenz kann nun die Kapazität des Kondensators berechnet. Dafür verwendet man folgende Formeln:

$$R_{\text{ges}} = \frac{1}{\frac{1}{R_{V*}} + \frac{1}{R_B}} \quad (2.1)$$

mit Gleichung 2.1 können wir nun  $R_{\text{ges}} = 2,96\text{k}\Omega$  berechnen.  $\tau = 10,8\mu\text{s}$  wurde am Oszilloskop abgelesen. Mit der Formel für die Kapazität (Gleichung 2.2)

$$C = \frac{\tau}{R_{\text{ges}}} \quad (2.2)$$

können wir nun die  $C_B = 3,648\text{nF}$  berechnen.

## 2.2 Verzerrung des Signals

### 2.2.1 Schaltskizze

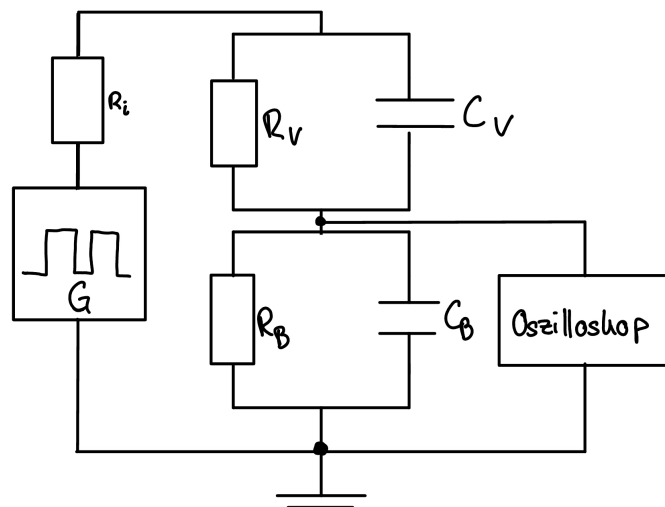


Abbildung 2.2: Schaltskizze

### 2.2.2 Berchnung der Kapazität

$$\frac{R_V}{R_B} = \frac{C_V}{C_B} \quad (2.3)$$

Durch Auflösung der Geleichung 2.3 nach  $C_V$  erhalten wir:

$$C_V = \frac{R_V}{R_B} \cdot C_B \quad (2.4)$$

Durch das Hinzufügen eines weiteren Kondensators  $C_V$  wird  $U_V \sim U_0$ . Mit den Werten auf 2.1 ergibt sich  $C_V = 2,039\text{nF}$ .

### **3 Versuch 3: Leistungsaufnahme eines Widerstand**

# 4 Versuch 4: Widerstandsmessung mittels Vierdrahtmethode

## 4.0.1 Ziel des Versuchs

## 4.1 Versuchsdurchführung

### 4.1.1 Versuchsaufbau

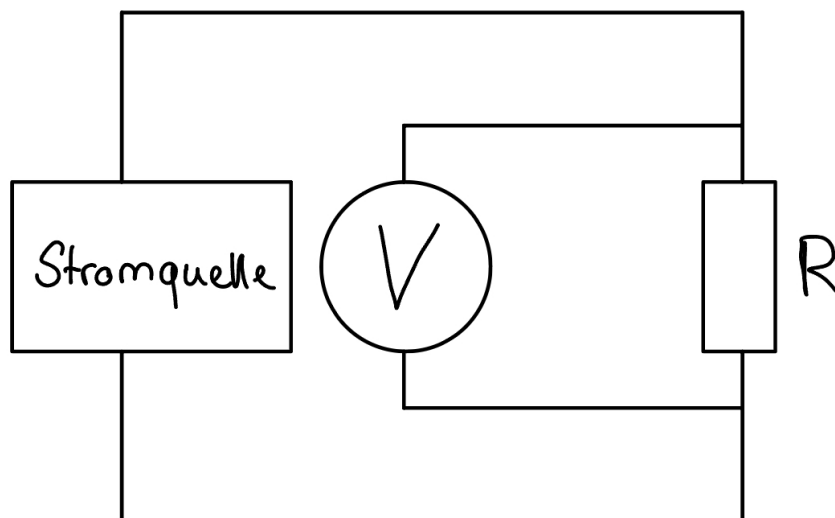


Abbildung 4.1: Schaltungsskizze

XXXXXX Schaltungsaufbau XXXXXX

Durch diesen Aufbau kann man am Voltmeter, bzw. dem Digital-Multimeter, den Widerstand  $R$  errechnen. Dieser berechnet sich nach folgender Formel:

$$R = \frac{U}{I} \quad (4.1)$$



## **5 Versuch 5: Statistik**

# 6 Versuch 6: Aktiver Tiefpass erster Ordnung

## 6.1 Vorbereitung

### 6.1.1 Benötigte Geräte

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Widerstand 1 k $\Omega$  | 2  |
| Widerstand 10 k $\Omega$ | 1  |
| Operationsverstärker     |  |
| Netzgerät                | Tenma 72-10495 Digital Control DC Power Supply |
| Funktionsgenerator       | T3AFG80  |
| Oszilloskop              | Keysight DSOX1102A                             |

### 6.1.2 Schaltungsskizze

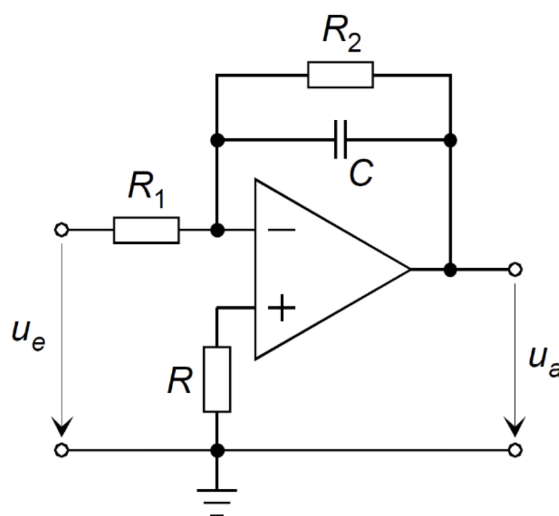


Abbildung 6.1: Schaltungsskizze

Gegebene Größen sind  $R_1 = 1\text{k}\Omega$ ,  $R_2 = 10\text{k}\Omega$  und  $C = 10\text{nF}$ . Des Weiteren ist  $u_e$  als Sinusfunktion mit einer Amplitude von 15V gegeben. Zur Berechnung des Widerstands  $R$  wird folgende Formel benötigt:

$$R = R_2 || R_1 \quad (6.1)$$

Als Näherung hierfür wird  $R_1$  eingebaut.

Zur Berechnung der Spannungsverstärkung  $A_V$  als Funktion der Sinusfrequenz  $f$  wird folgende Formel benötigt:

$$A_V = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{1 + j \cdot 2\pi \cdot f \cdot R_2 \cdot C} \quad (6.2)$$

### 6.1.3 Schaltungsaufbau

## 6.2 Versuchsdurchführung

# Diskussion

# Anhang