



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

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

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:

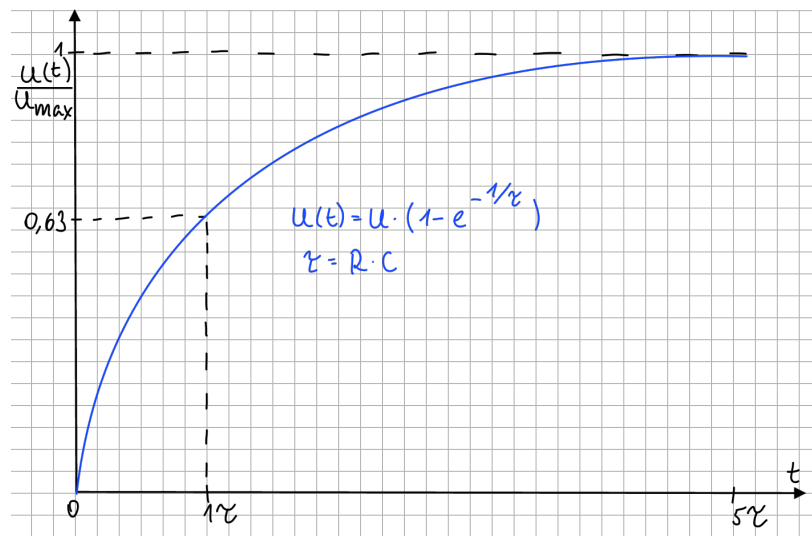


Abbildung 1.1: Ladekurve des Kondensators

Nach einem τ 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:

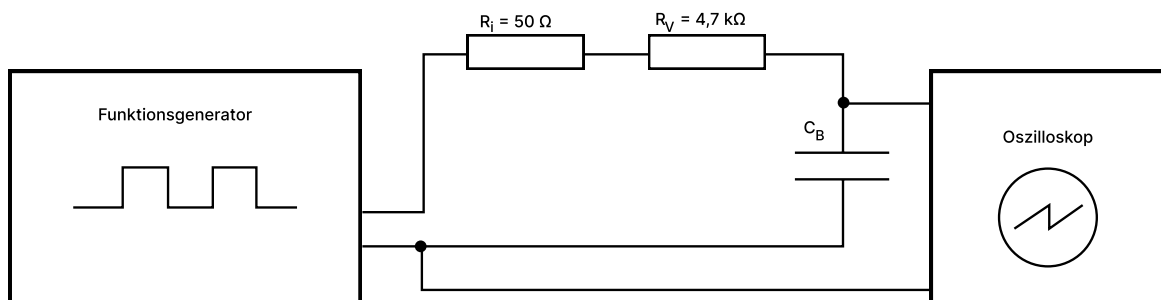


Abbildung 1.2: Schaltskizze

Der nahezu vollständige Ladevorgang dauert ca. 5τ . 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:

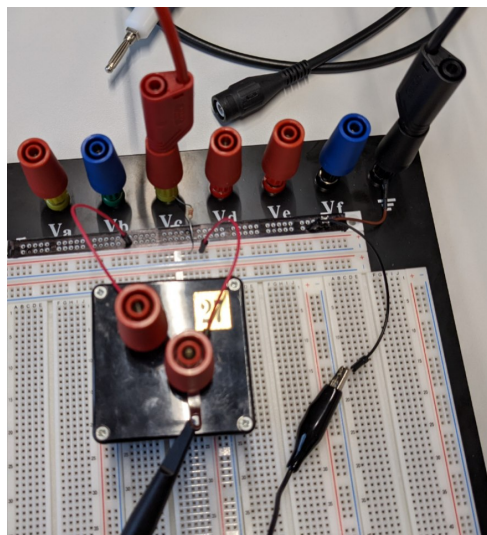


Abbildung 1.3: Schaltung

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

Es wird folgende Ladekurve am Oszilloskop beobachtet:

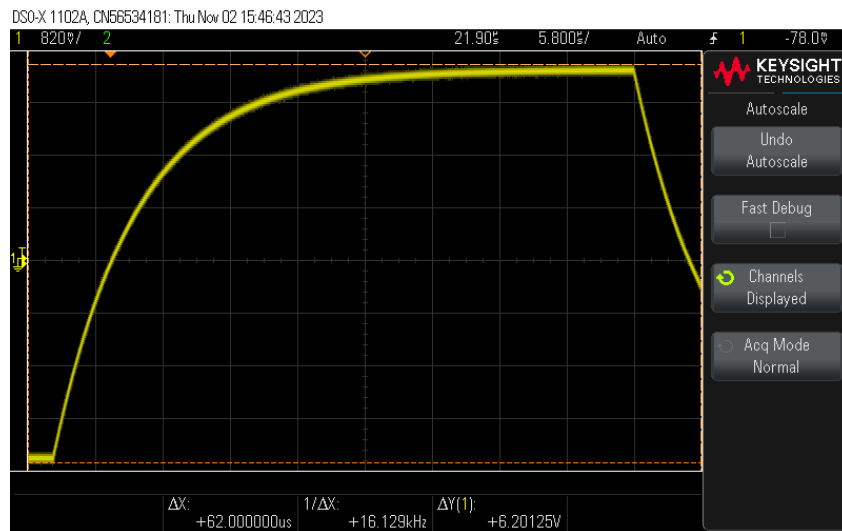


Abbildung 1.4: Ladekurve

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 τ 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:

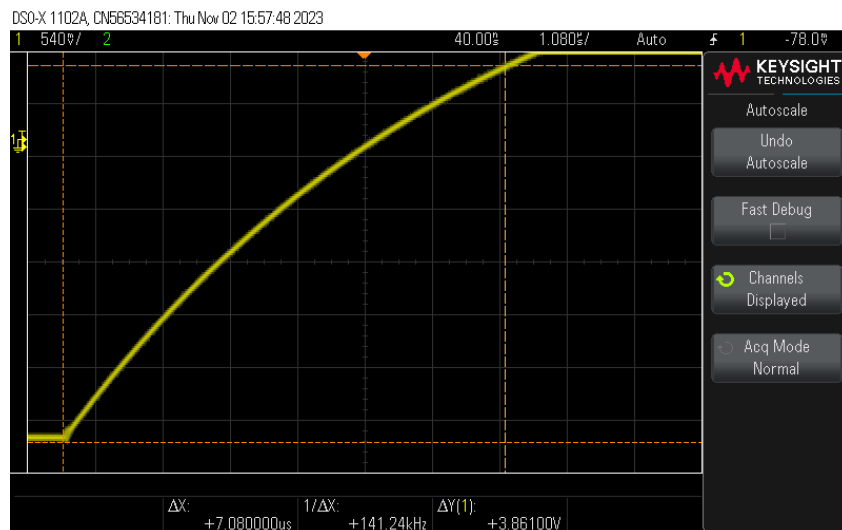


Abbildung 1.5: Zeitmessung

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

1.2.4 Bestimmung der Kapazität

1.3 Fehlerrechnung

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

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

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

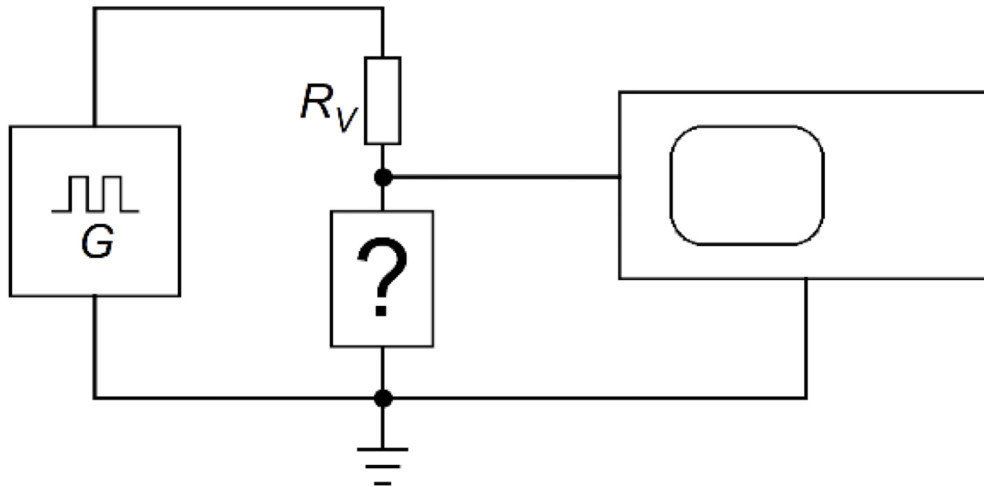


Abbildung 2.1: Schaltungsskizze

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	∞
Kondensator	parallel	Widerstand	=Widerstand
Kondensator	in Reihe	Widerstand	∞

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 Ω . 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

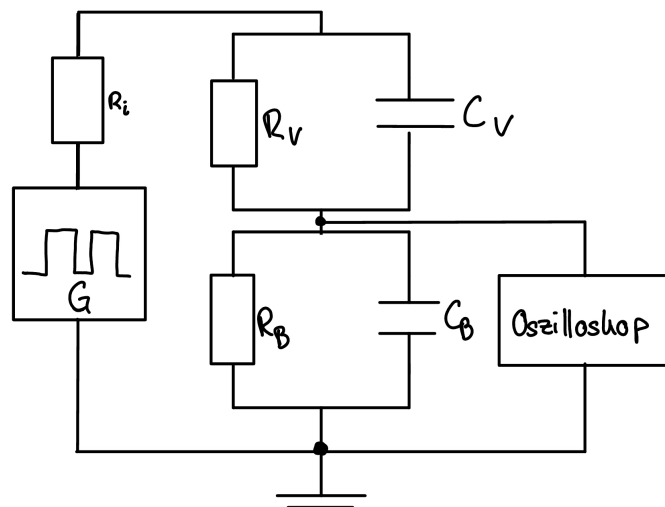


Abbildung 2.2: Schaltskizze

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

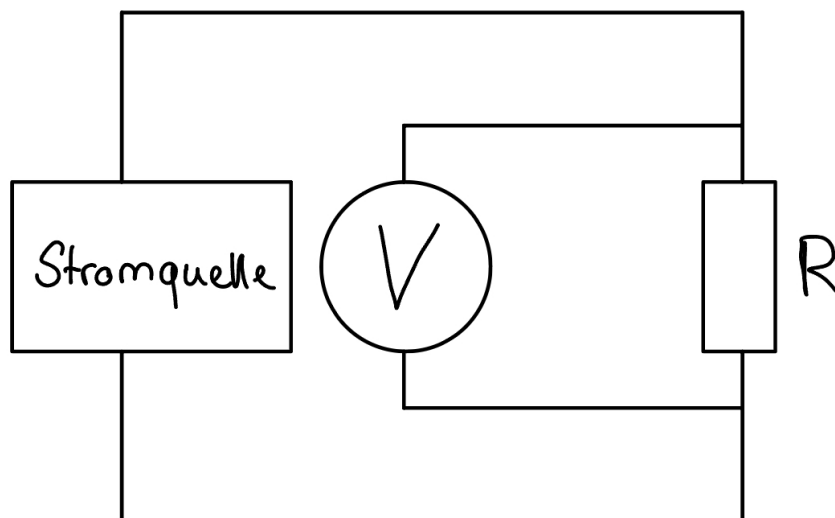


Abbildung 4.1: Schaltungsskizze

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

6.1.2 Schaltungsskizze

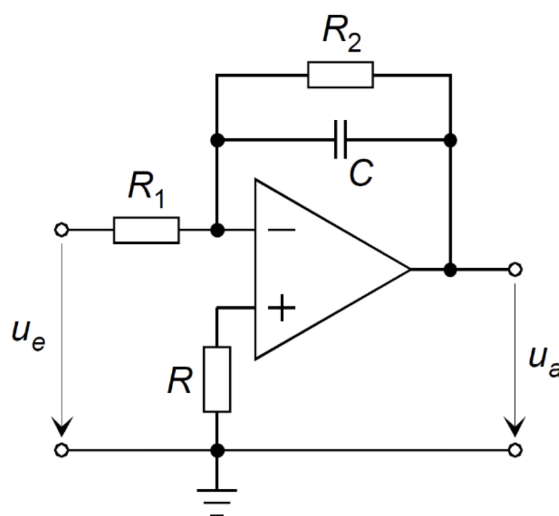


Abbildung 6.1: Schaltungsskizze

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