

Laborbericht: Messtechnik und Fehlerrechnung

Helen Klos
Matrikelnummer: 2222449

Sandro Fahrion
Matrikelnummer: 6684592

29.-30.10.2024



Contents

| | |
|--|-----------|
| Einführung und Überblick | 3 |
| 1 Versuch 1: Kapazitätsmessung eines unbekannten Kondensators (Black Box) | 4 |
| 1.1 Zielsetzung | 4 |
| 1.2 Bauteile und Messgeräte | 4 |
| 1.3 Messkonzept | 5 |
| 1.4 Messergebnisse | 6 |
| 2 Versuch 2: Passiver Zweipol (Black Box) | 6 |
| 2.1 Zielsetzung | 6 |
| 2.2 Bauteile und Messgeräte | 6 |
| 2.3 Messkonzept | 8 |
| 2.4 Messergebnisse | 8 |
| 3 Versuch 3: Leistungsaufnahme eines elektrischen Widerstands | 8 |
| 3.1 Zielsetzung | 8 |
| 3.2 Bauteile und Messgeräte | 8 |
| 3.3 Messkonzept | 9 |
| 3.4 Messergebnisse | 9 |
| 4 Versuch 4: Widerstandsmessung mittels Vierdrahtmethode | 9 |
| 4.1 Zielsetzung | 9 |
| 4.2 Bauteile und Messgeräte | 9 |
| 4.3 Messkonzept | 10 |
| 4.4 Messergebnisse | 10 |
| 5 Versuch 5: Statistik | 10 |
| 5.1 Zielsetzung | 10 |
| 5.2 Bauteile und Messgeräte | 10 |
| 5.3 Messkonzept | 11 |
| 5.4 Messergebnisse | 11 |
| 6 Versuch 6: Aktiver Tiefpass erster Ordnung | 11 |
| 6.1 Zielsetzung | 11 |
| 6.2 Bauteile und Messgeräte | 12 |
| 6.3 Messkonzept | 13 |
| 6.4 Messergebnisse | 13 |
| 7 Diskussion | 13 |

Einführung und Überblick

Die moderne Messtechnik bildet die Grundlage zahlreicher technischer sowie naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass Messergebnisse niemals vollständig fehlerfrei sind. Die Ursachen für Messfehler und -ungenauigkeiten sind vielfältig. Als Ursachen für Messfehler und -ungenauigkeiten können beispielsweise eine fehlende Kalibrierung, Linearität und Stabilität der verwendeten Messinstrumente oder eine mangelnde Qualität des Messobjekts genannt werden. Des Weiteren kann auch der*die Messende selbst als Ursache in Betracht gezogen werden, welcher, zum Beispiel durch eine mögliche Sehschwäche oder einen ungünstigen Winkel, die Messwerte ungenau abliest. Nicht angepasste oder unvollkommene Messmethoden können ebenfalls zu einer Verfälschung der Messung führen.

Genannte Ursachen können zu drei verschiedenen Fehlerarten führen: grobe, statistische und systematische Fehler.

In diesem Laborbericht werden Versuche beschrieben, welche die Genauigkeit verschiedener Bauteile ermitteln. Des Weiteren beschäftigen sich diese mit Fehlerrechnung

1 Versuch 1: Kapazitätsmessung eines unbekannten Kondensators (Black Box)

1.1 Zielsetzung

Das Ziel des ersten Versuchs bestand darin, die Kapazität eines unbekannten Kondensators in einer Black-Box zu bestimmen.

1.2 Bauteile und Messgeräte

Messgeräte

- Teledyne Technologies Funktionsgenerator T3AFG80 80 MHz
- Keysight Oszilloskop (DSOX1102A)
- Fluke 87 V True RMS Multimeter
- Oszilloskop BNC Tastkopf mit Messeklemme
- Steckkabel (mehrere)
- Tru Components Steckbrett
- Bananenkabel (schwarz und rot)
- Sicherheits-Klemmprüf spitze (2 Stück)

Bauteile

- Black-Box (Nr. 18-30)
- Widerstand Nominalwert 4,7 k Ω

1.3 Messkonzept

Zu Beginn wurde die Formel der Ladekurve $u_c = U(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ und der Entladekurve $u_c = U e^{-\frac{t}{RC}}$) grafisch am Computer dargestellt (siehe Figure 1).

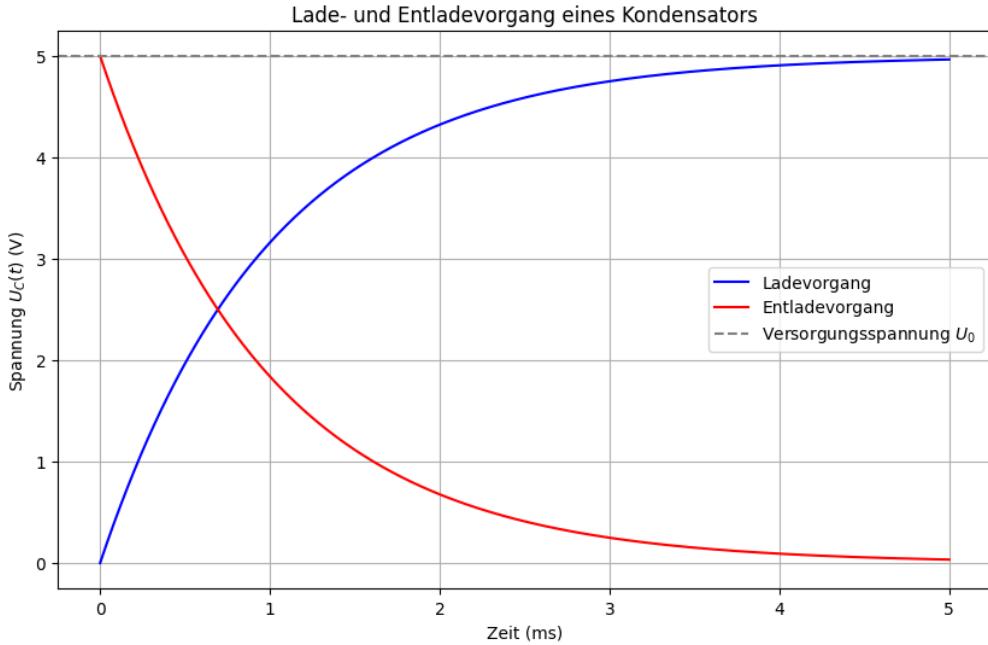


Figure 1: Ladekurve (blau) und Entladekurve (rot) eines Kondensators

Diese sollte in den folgenden Schritten mit dem Oszilloskop sichtbar gemacht werden. Hierzu wurde sich zunächst überlegt, wie der Funktionsgenerator einzustellen ist. Table 1 sind diese Einstellungen zu entnehmen. Für die verwendete Frequenz muss dabei gelten, dass...!!!, warum einstellungen so?

| Frequenz | Signalform | Amplitude | Offset |
|----------|----------------|-------------------|---------------------|
| 500 Hz | Rechtecksignal | 5 V _{pp} | 2.5 V _{dc} |

Table 1: Einstellungen des Funktionsgenerators

Nachdem der Funktionsgenerator korrekt eingestellt war, wurde die Schaltung für die Messungen aufgebaut. Dabei wurde sich an der in Figure 2 dargestellten Skizze orientiert. Der, in der Skizze dargestellte, 50Ω Widerstand ist der Innenwiderstand des Funktionsgenerators. Dieser muss bei späteren Rechnungen berücksichtigt werden.

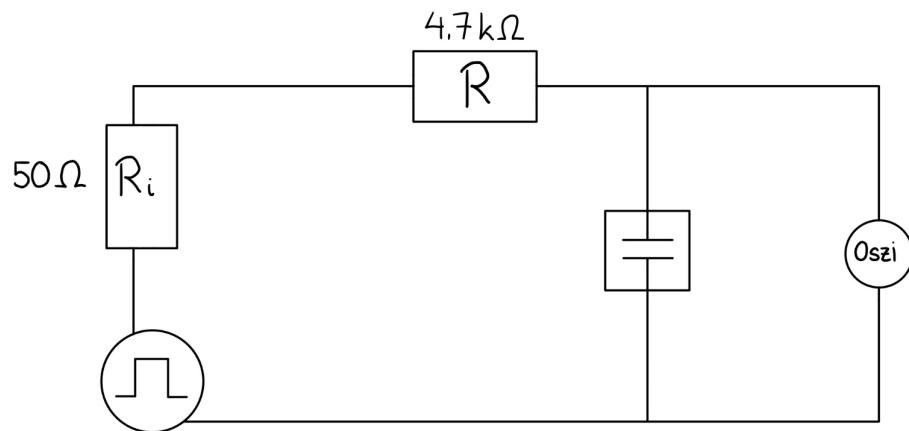


Figure 2: Schaltungsskizze

Hierfür wurde das Oszilloskop mit einem Oszilloskop BNC Tastkopf mit Messeklemme an die Black-Box Nr.24 angeschlossen. Die Messklemme

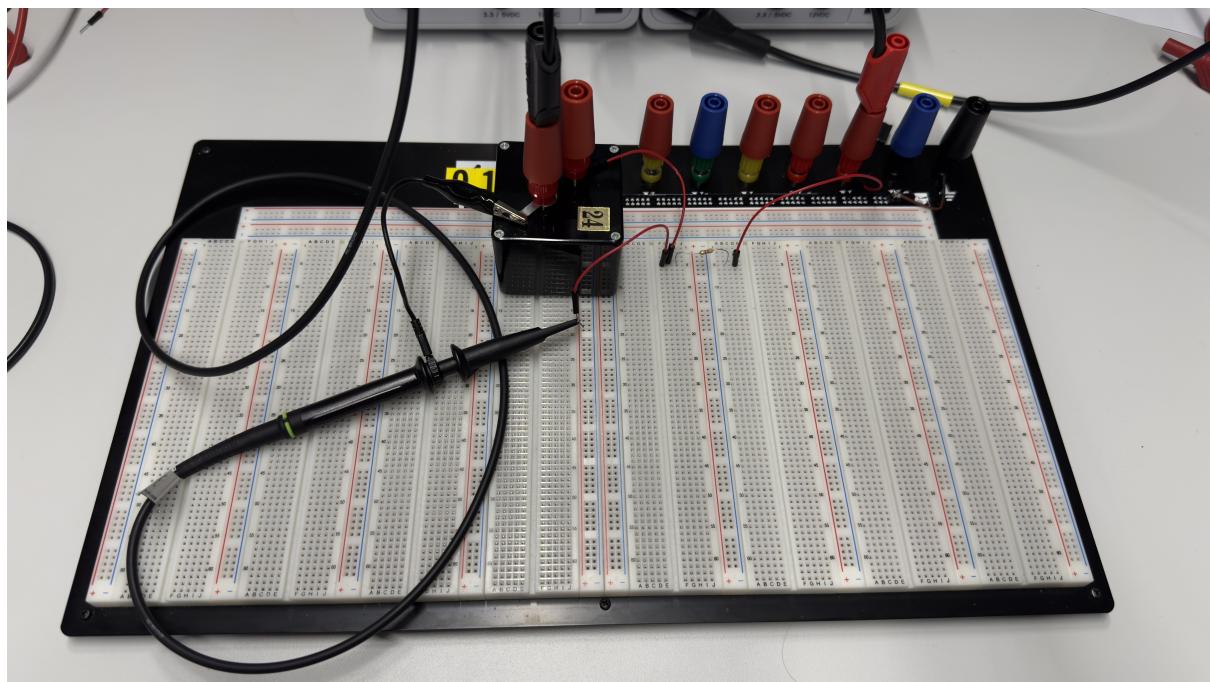


Figure 3: Schaltungsskizze

1.4 Messergebnisse

| Fehlerquelle | Einfluss | typische Größe | stat. oder sys. | Berücksichtigung? | relevant? |
|---------------------------|---|---|---|---|----------------------------|
| $R = 4.7 \text{ k}\Omega$ | DMM-Messung | % siehe Datenblatt | statistisch | Fehlerrechnung | Ja |
| Oszilloskop | R_i, C_i Tastkopf (10x) x, y - Messung Curser | $10 \mu\Omega, \sim pF$ $\approx 3\%$ Datenblatt! Steigung beachten | systematisch statistisch statistisch | Nein < 0.5% Fehlerrechnung Fehlerrechnung | Nein Ja Ja |
| Funktionsgenerator | Anstiegszeit R_i Amplitude, Offset | einige ns 50Ω $\Delta R_i (\approx 1\%)$ - | systematisch systematisch statistisch systematisch | $\approx 1\%$ Korrektur $1\% \Rightarrow \pm 0.5 \Omega$ relativ | Nein Ja Nein Nein |
| Kabel +5 V | Widerstand | $\approx 20m\Omega$ | systematisch | zu klein | Nein |

Table 2: ...

2 Versuch 2: Passiver Zweipol (Black Box)

2.1 Zielsetzung

Bestimmung der Bauteile Typen (Möglichkeiten: R, L oder C) und deren Anordnung innerhalb einer Black Box.

2.2 Bauteile und Messgeräte

- Netzgerät (NEP-8323)
- Fluke 87 V True RMS Multimeter
- Keysight Oszilloskop (DSOX1102A)
- Bananenkabel (mehrere: rot, blau, schwarz)
- Sicherheits-Klemmprüfspitze (2 Stück)
- Oszilloskop BNC Tastkopf mit Messeklemme
- Steckkabel (mehrere: im Idealfall verschiedene Farben)
- Steckbrett

- A/D Converter - ADC080x
- 10 Segment LED-Bar - OSX10201-B

- Kondensatoren:
 - 10 μF "Tantalum"
 - 0,1 μF (2 Stück)
 - 150 pF
- Widerstände:
 - 1k Ω
 - 10k Ω
 - 8 x 1 k Ω Widerstandsnetzwerk

2.3 Messkonzept

...

Figure 4: ...

2.4 Messergebnisse

...

3 Versuch 3: Leistungsaufnahme eines elektrischen Widerstands

3.1 Zielsetzung

Es soll die elektrische Leistung bestimmt werden, die bei Stromdurchfluss in einem Widerstand R anfällt.

3.2 Bauteile und Messgeräte

- Netzgerät (NEP-8323)
- Fluke 87 V True RMS Multimeter
- Keysight Oszilloskop (DSOX1102A)
- Bananenkabel (mehrere: rot, blau, schwarz)
- Sicherheits-Klemmprüfspitze (2 Stück)
- Oszilloskop BNC Tastkopf mit Messeklemme
- Steckkabel (mehrere: im Idealfall verschiedene Farben)
- Steckbrett
- A/D Converter - ADC080x
- 10 Segment LED-Bar - OSX10201-B

- Kondensatoren:
 - 10 μF "Tantalum"
 - 0,1 μF (2 Stück)
 - 150 pF
- Widerstände:
 - 1k Ω
 - 10k Ω
 - 8 x 1 k Ω Widerstandsnetzwerk

3.3 Messkonzept

...

Figure 5: ...

3.4 Messergebnisse

...

4 Versuch 4: Widerstandsmessung mittels Vierdrahtmethode

4.1 Zielsetzung

Es soll der (sehr niederohmige) Übergangswiderstand eines Kabels inclusive seiner Steckverbinder mittels der Vierdrahtmethode gemessen werden.

4.2 Bauteile und Messgeräte

- Netzgerät (NEP-8323)
- Fluke 87 V True RMS Multimeter
- Keysight Oszilloskop (DSOX1102A)
- Bananenkabel (mehrere: rot, blau, schwarz)
- Sicherheits-Klemmprüfspitze (2 Stück)
- Oszilloskop BNC Tastkopf mit Messeklemme
- Steckkabel (mehrere: im Idealfall verschiedene Farben)
- Steckbrett
- A/D Converter - ADC080x
- 10 Segment LED-Bar - OSX10201-B

- Kondensatoren:
 - 10 μF "Tantalum"
 - 0,1 μF (2 Stück)
 - 150 pF
- Widerstände:
 - 1k Ω
 - 10k Ω
 - 8 x 1 k Ω Widerstandsnetzwerk

4.3 Messkonzept

...

Figure 6: ...

4.4 Messergebnisse

...

5 Versuch 5: Statistik

5.1 Zielsetzung

Bestimmung einer gemessenen Zufallsverteilung und ihrer Eigenschaften (Momente). Hierbei stellt das vorgegebene Los von Widerständen eine willkürlich entnommene Stichprobe einer vom Hersteller erzeugten Grundgesamtheit dar.

5.2 Bauteile und Messgeräte

- Netzgerät (NEP-8323)
- Fluke 87 V True RMS Multimeter
- Keysight Oszilloskop (DSOX1102A)
- Bananenkabel (mehrere: rot, blau, schwarz)
- Sicherheits-Klemmprüfspitze (2 Stück)
- Oszilloskop BNC Tastkopf mit Messeklemme
- Steckkabel (mehrere: im Idealfall verschiedene Farben)
- Steckbrett
- A/D Converter - ADC080x
- 10 Segment LED-Bar - OSX10201-B

- Kondensatoren:
 - 10 μF "Tantalum"
 - 0,1 μF (2 Stück)
 - 150 pF
- Widerstände:
 - 1k Ω
 - 10k Ω
 - 8 x 1 k Ω Widerstandsnetzwerk

5.3 Messkonzept

...

Figure 7: ...

5.4 Messergebnisse

| Widerstand | Wert in k Ω | Widerstand | Wert in kOhm |
|------------|--------------------|------------|--------------|
| 1 | 1.183 | 14 | 1.183 |
| 2 | 1.181 | 15 | 1.180 |
| 3 | 1.186 | 16 | 1.183 |
| 4 | 1.181 | 17 | 1.180 |
| 5 | 1.186 | 18 | 1.182 |
| 6 | 1.183 | 19 | 1.184 |
| 7 | 1.182 | 20 | 1.183 |
| 8 | 1.181 | 21 | 1.184 |
| 9 | 1.187 | 22 | 1.187 |
| 10 | 1.181 | 23 | 1.182 |
| 11 | 1.188 | 24 | 1.179 |
| 12 | 1.186 | 25 | 1.187 |
| 13 | 1.179 | - | - |

Table 3: ...

6 Versuch 6: Aktiver Tiefpass erster Ordnung

6.1 Zielsetzung

Bestimmung der frequenzabhängigen Verstärkung eines aktiven Tiefpasses

6.2 Bauteile und Messgeräte

- Netzgerät (NEP-8323)
 - Fluke 87 V True RMS Multimeter
 - Keysight Oszilloskop (DSOX1102A)
 - Bananenkabel (mehrere: rot, blau, schwarz)
 - Sicherheits-Klemmprüfspitze (2 Stück)
 - Oszilloskop BNC Tastkopf mit Messeklemme
 - Steckkabel (mehrere: im Idealfall verschiedene Farben)
 - Steckbrett
-
- A/D Converter - ADC080x
 - 10 Segment LED-Bar - OSX10201-B

- Kondensatoren:
 - 10 μF "Tantalum"
 - 0,1 μF (2 Stück)
 - 150 pF
- Widerstände:
 - 1k Ω
 - 10k Ω
 - 8 x 1 k Ω Widerstandsnetzwerk

6.3 Messkonzept

...

Figure 8: ...

6.4 Messergebnisse

...

7 Diskussion

Was würden Sie nächstes Mal anders machen? Was hat besondere Schwierigkeiten bereitet?