

V302

## Elektrische Brückenschaltung

Amelie Hater  
amelie.hater@tu-dortmund.de

Ngoc Le  
ngoc.le@tu-dortmund.de

Durchführung: 09.01.2024

Abgabe: 16.01.2024

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Zielsetzung</b>	<b>3</b>
<b>2 Theorie</b>	<b>3</b>
2.1 Vorbereitungsaufgaben . . . . .	3
<b>3 Durchführung</b>	<b>3</b>
<b>4 Auswertung</b>	<b>3</b>
4.1 Wheatstonesche Brücke . . . . .	3
4.2 Kapazitätsmessbrücke . . . . .	4
4.3 Induktivitätsmessbrücke . . . . .	5
4.4 Maxwell-Brücke . . . . .	7
4.5 Wien-Robinson-Brücke . . . . .	7
4.6 Klirrfaktor . . . . .	7
<b>5 Diskussion</b>	<b>7</b>
<b>Literatur</b>	<b>7</b>
<b>Anhang</b>	<b>8</b>
Originaldaten . . . . .	8

# 1 Zielsetzung

## 2 Theorie

### 2.1 Vorbereitungsaufgaben

## 3 Durchführung

## 4 Auswertung

Im Folgenden werden die Mittelwerte mit

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

bestimmt.  $n$  ist die Anzahl der Daten und  $x_i$  die einzelnen Daten. Mit der Gaußschen Fehlerfortpflanzung

$$\Delta f = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot (\Delta x_i)^2}$$

werden die Messunsicherheiten ausgerechnet, wenn eine Größe von mehreren fehlerbehafteten Größen abhängt.

### 4.1 Wheatstonesche Brücke

Zunächst wird der unbekannte Widerstand  $R_{13}$  verwendet. Die verwendeten und gemessenen Widerstände sind in der Tabelle (1) aufgelistet. Der Widerstand wird mit der Gleichung (??) berechnet. Bei der Berechnung der Messunsicherheiten wird der Fehler  $\Delta \frac{R_3}{R_4} = 0,005 \cdot \frac{R_3}{R_4}$  verwendet.

**Tabelle 1:** Widerstände der Wheatstonschen Brücke bei dem unbekannten Widerstand  $R_{13}$

$R_2 [\Omega]$	$R_3 [\Omega]$	$R_4 [\Omega]$	$R_{13} [\Omega]$
332	490	510	$(319,0 \pm 1,6)$
500	339	611	$(277,4 \pm 1,4)$
1000	242	758	$(319,3 \pm 1,6)$

Daraus folgt der gemittelte Widerstand

$$R_{13,\text{exp.}} = (305,2 \pm 0,9) \Omega.$$

Der theoretische Wert lautet

$$R_{13,\text{theo.}} = 319,5 \Omega.$$

In der Tabelle (2) sind die verwendeten und gemessenen Widerstände bei einer Durchführung mit dem unbekannten Widerstand  $R_{14}$  aufgeführt. Der Widerstand  $R_{14}$  berechnet sich erneut aus der Gleichung (??).

**Tabelle 2:** Widerstände der Wheatstonschen Brücke bei dem unbekannten Widerstand  $R_{14}$

$R_2 [\Omega]$	$R_3 [\Omega]$	$R_4 [\Omega]$	$R_{14} [\Omega]$
332	732	268	$(906, 8 \pm 4, 5)$
500	644	356	$(904, 5 \pm 4, 5)$
1000	474	526	$(901, 1 \pm 4, 5)$

Aus dieser Tabelle lässt sich der gemittelte Widerstand

$$R_{14,\text{exp.}} = (904, 1 \pm 2, 6) \Omega$$

bestimmen. Der theoretische Widerstand beträgt

$$R_{14,\text{theo.}} = 900 \Omega.$$

## 4.2 Kapazitätsmessbrücke

Bei dieser Durchführung wird wieder der relative Fehler wie im Abschnitt (4.1) benutzt. In der Tabelle (3) sind die verwendeten und gemessenen Kapazitäten und Widerstände der Kapazitätsmessbrücke bei den unbekannten  $C_{15}$  und  $R_{15}$  aufgelistet. Die unbekannten Werte werden mit den Gleichungen (??) und (??) bestimmt.

**Tabelle 3:** Kapazität und Widerstände der Kapazitätsmessbrücke bei den unbekannten Werten  $C_{15}$  und  $R_{15}$

$C_2 [\text{nF}]$	$R_2 [\Omega]$	$R_3 [\Omega]$	$R_4 [\Omega]$	$C_{15} [\text{nF}]$	$R_{15} [\Omega]$
399	500	455	545	$(477, 9 \pm 2, 4)$	$(417, 4 \pm 2, 1)$
750	332	576	424	$(552, 1 \pm 2, 8)$	$(451, 0 \pm 2, 3)$
994	664	436	564	$(1285, 8 \pm 6, 4)$	$(513, 3 \pm 2, 6)$

Die gemittelte ermittelte Kapazität lautet

$$C_{15,\text{exp.}} = (771, 9 \pm 2, 5) \text{ nF}.$$

Der entsprechende theoretische Wert beträgt

$$C_{15,\text{theo.}} = 652 \text{ nF}.$$

Aus der Tabelle lässt sich der gemittelte Widerstand

$$R_{15,\text{exp.}} = (460, 6 \pm 1, 3) \Omega$$

berechnen. Der theoretische Widerstand ist

$$R_{15,\text{theo.}} = 473 \, \Omega.$$

Die Werte bei einer Durchführung mit den unbekannten Werten  $C_8$  und  $R_8$  sind in der Tabelle (4) aufgeführt.  $C_8$  und  $R_8$  werden ebenfalls mit den Gleichungen (??) und (??) ermittelt.

**Tabelle 4:** Kapazität und Widerstände der Kapazitätsmessbrücke bei den unbekannten Werten  $C_8$  und  $R_8$

$C_2$ [nF]	$R_2$ [ $\Omega$ ]	$R_3$ [ $\Omega$ ]	$R_4$ [ $\Omega$ ]	$C_8$ [nF]	$R_8$ [ $\Omega$ ]
399	500	551	449	$(325, 1 \pm 1, 6)$	$(613, 6 \pm 3, 1)$
750	332	667	333	$(374, 4 \pm 1, 9)$	$(665, 0 \pm 3, 3)$
994	664	525	475	$(899, 3 \pm 4, 5)$	$(733, 9 \pm 3, 7)$

Daraus folgt die gemittelte Kapazität

$$C_{8,\text{exp.}} = (533, 0 \pm 1, 7) \, \text{nF}.$$

Die theoretische Kapazität lautet

$$C_{8,\text{theo.}} = 294, 1 \, \text{nF}.$$

Außerdem ergibt sich für den Widerstand

$$R_{8,\text{exp.}} = (670, 8 \pm 1, 9) \, \Omega$$

und der theoretische Widerstand beträgt

$$R_{8,\text{theo.}} = 564 \, \Omega.$$

### 4.3 Induktivitätsmessbrücke

Der relative Fehler aus Abschnitt (4.1) gilt auch für diese Durchführung. Die verwendete Induktivität sowie die verwendeten und gemessenen Widerstände der Induktivitätsmessbrücke bei unbekannten  $L_{19}$  und  $R_{19}$  sind in der Tabelle (5) aufgelistet. Hier werden  $L_{19}$  und  $R_{19}$  mit den Gleichungen (??) und (??) bestimmt.

**Tabelle 5:** Induktivität und Widerstände der Induktivitätsmessbrücke bei den unbekannten Werten  $L_{19}$  und  $R_{19}$

$L_2$ [mH]	$R_2$ [ $\Omega$ ]	$R_3$ [ $\Omega$ ]	$R_4$ [ $\Omega$ ]	$L_{19}$ [mH]	$R_{19}$ [ $\Omega$ ]
20,1	1000	126	874	$(139, 4 \pm 0, 7)$	$(144, 2 \pm 0, 7)$
14,6	664	201	799	$(58, 0 \pm 0, 3)$	$(167, 0 \pm 0, 8)$
14,6	1000	291	709	$(35, 6 \pm 0, 2)$	$(410, 4 \pm 2, 1)$

Aus dieser Tabelle wird die gemittelte Induktivität

$$L_{19,\text{exp.}} = (77,68 \pm 0,26) \text{ mH}$$

bestimmt. Zudem beträgt der theoretische Wert der Induktivität

$$L_{19,\text{theo.}} = 26,96 \text{ mH}.$$

Der gemittelte Widerstand lautet

$$R_{19,\text{exp.}} = (240,5 \pm 0,8) \Omega.$$

Außerdem ist der theoretische Widerstand

$$R_{19,\text{theo.}} = 108,7 \Omega$$

gegeben. Die zugehörigen Werte bei der Durchführung mit der unbekannten Induktivität  $L_{16}$  und dem unbekannten Widerstand  $R_{16}$  sind in der Tabelle (6) aufgelistet. Die unbekannten Werte werden nochmals mit den Gleichungen (??) und (??) berechnet.

**Tabelle 6:** Induktivität und Widerstände der Induktivitätsmessbrücke bei den unbekannten Werten  $L_{16}$  und  $R_{16}$

$L_2$ [mH]	$R_2$ [ $\Omega$ ]	$R_3$ [ $\Omega$ ]	$R_4$ [ $\Omega$ ]	$L_{16}$ [mH]	$R_{16}$ [ $\Omega$ ]
20.1	1000	112	888	$(159,4 \pm 0,8)$	$(126,1 \pm 0,6)$
14.6	664	85	915	$(157,2 \pm 0,8)$	$(61,7 \pm 0,3)$
14.6	1000	83	917	$(161,3 \pm 0,8)$	$(90,5 \pm 0,5)$

Hieraus ergibt sich für die gemittelte Induktivität

$$L_{16,\text{exp.}} = (159,3 \pm 0,5) \text{ mH}$$

und die theoretische Induktivität beträgt

$$L_{16,\text{theo.}} = 132,71 \text{ mH}.$$

Die aus der Tabelle ermittelte gemittelte Widerstand lautet

$$R_{16,\text{exp.}} = (92,77 \pm 0,28) \Omega.$$

Der dazugehörige theoretische Widerstand ist

$$R_{16,\text{theo.}} = 411,2 \Omega.$$

#### 4.4 Maxwell-Brücke

#### 4.5 Wien-Robinson-Brücke

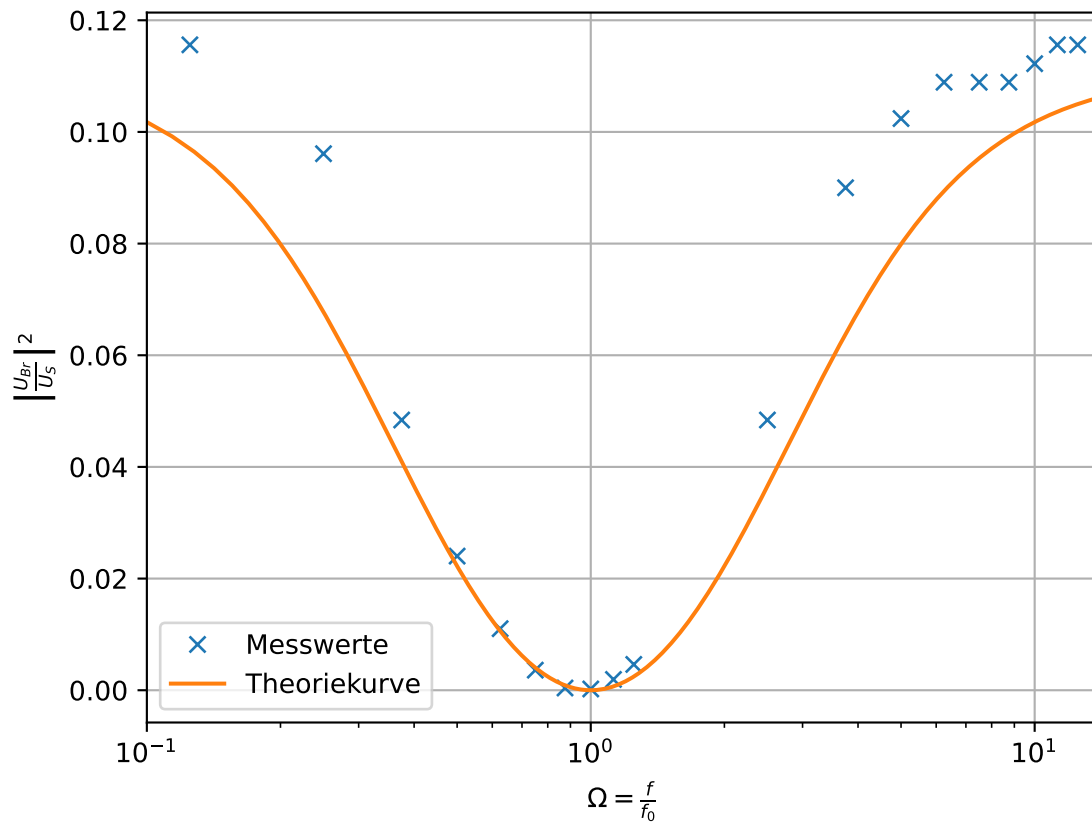


Abbildung 1: Halblogarithmische Darstellung der Frequenz und Spannung.

#### 4.6 Klirrfaktor

### 5 Diskussion

Die relative Abweichung zwischen dem theoretischen und dem experimentellen Wert wird bestimmt durch

$$\text{rel. Abweichung} = \frac{|\text{exp. Wert} - \text{theo. Wert}|}{\text{theo. Wert}}.$$

### Literatur

- [1] Unknown. *Elektrische Brückenschaltungen*. TU Dortmund, Fakultät Physik. 2023.

## **Anhang**

### **Originaldaten**