

Versuch 302

## Elektrische Brückenschaltungen

Nico Schaffrath  
nico.schaffrath@tu-dortmund.de

Mira Arndt  
mira.arndt@tu-dortmund.de

Durchführung: 19.11.2019

Abgabe: 26.11.2019

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Ziel</b>	<b>3</b>
<b>2 Theorie</b>	<b>3</b>
2.1 Wheatstonesche Brücke . . . . .	4
2.2 Kapazitätsmessbrücke . . . . .	4
2.3 Induktivitätsmessbrücke . . . . .	4
2.4 Maxwell-Brücke . . . . .	4
2.5 Wien-Robinson-Brücke . . . . .	4
2.6 Fehlerrechnung . . . . .	4
<b>3 Durchführung</b>	<b>4</b>
<b>4 Auswertung</b>	<b>4</b>
4.1 Wheatstonesche Brücke . . . . .	4
4.2 Kapazitätsmessbrücke . . . . .	5
<b>5 Diskussion</b>	<b>6</b>
<b>Literatur</b>	<b>6</b>

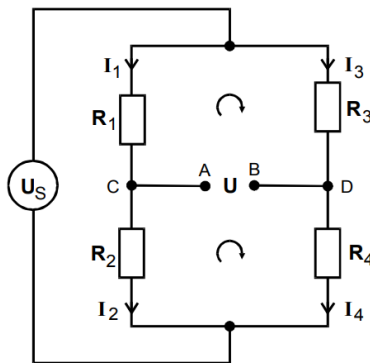
## 1 Ziel

Bei diesem Versuch sollen zunächst verschiedene elektronische Bauteile durch passende Brückenschaltungen vermessen werden. Außerdem soll die Frequenzabhängigkeit der Brückenspannung einer Wien-Robinson-Brücke und der Klirrfaktor des verwendeten Generators bestimmt werden.

## 2 Theorie

Brückenschaltungen werden in der Messtechnik eingesetzt um die Auflösung einer Messung zu erhöhen oder eine physikalische Größe, die sich als elektrischer Widerstand darstellen lässt, zu bestimmen.

Dafür muss eine Abgleichbedingung der Brückenschaltung erfüllt sein. Generell benötigt eine Brückenschaltung eine Speisespannung  $U_s$ , den zu ermittelnden elektrischen Widerstand und bekannte elektrische Bauteile um ein Widerstandsverhältnis zu bestimmen. Die Abgleichbedingung besteht darin, dass die Brückenspannung  $U_B$  zwischen zwei Punkten verschwindet.



Ist die Abgleichbedingung erfüllt kann aus dem Widerstandsverhältnis der unbekannte Widerstand bestimmt werden.

Dieses Verhältnis ergibt sich aus den beiden Kirchhoffschen Gesetzen

$$\sum_k I_k = 0 \quad (1)$$

$$\sum_k U_k = 0, \quad (2)$$

die besagen, dass die Summe aller eingehenden Ströme eines Knotens gleich der Summe aller ausgehenden Ströme ist und die Summe aller Spannungen in einer Masche immer Null ist.

Sobald  $U_B r$

## 2.1 Wheatstonesche Brücke

## 2.2 Kapazitätsmessbrücke

## 2.3 Induktivitätsmessbrücke

## 2.4 Maxwell-Brücke

## 2.5 Wien-Robinson-Brücke

## 2.6 Fehlerrechnung

Bei der Auswertung werden die Mittelwerte der errechneten Größen durch die Formel

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (3)$$

berechnet.

Der Standardfehler des Mittelwerts beerechnet sich durch

$$\Delta \bar{x} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}. \quad (4)$$

# 3 Durchführung

# 4 Auswertung

Bei der Berechnung der jeweiligen Größen wird ggf Wert nennen

## 4.1 Wheatstonesche Brücke

Mit denen verwendeten Widerständen, die in Tabelle 1 aufgeführt wurden, lassen sich durch Gleichung (VERWEIS AUF GLEICHUNG) folgende Werte für den unbekannten Widerstandswert  $R_x$  berechnen: (Fehlerhafter AUSDRUCK)

$$R_{x,1} = 491,821 \Omega$$

$$R_{x,2} = 492,794 \Omega$$

$$R_{x,3} = 490,313 \Omega$$

Über die zuvor aufgeführte Gleichungen (VERWEIS AUF GLEICHUNGEN) lässt sich der Mittelwert

$$\bar{R}_x = 491,643 \, \Omega$$

,  
samt zugehörigem Fehler der Standardabweichung

$$\Delta \bar{R} = 0,722 \, \Omega$$

ermitteln.

Das zusammengefasste Ergebnis für den, mithilfe der Wheatstonesche Brückenspannung berechneten, Widerstandswert lautet demnach

$$R_x = (491,643 \pm 0,722) \, \Omega$$

.

Messung	$R_2 / \Omega$	$R_3 / \Omega$	$R_4 / \Omega$
1	332	597	403
2	664	426	574
3	1000	329	671

**Tabelle 1:** Text

## 4.2 Kapazitätsmessbrücke

Unter Verwendung der oben ausgeführten Gleichung (BEZUG AUF GLEICHUNG) sowie der aufgenommenen Messwerte aus Tabelle ?? können die Werte

$$R_{15,1} = 538.899 \, \Omega$$

$$R_{15,2} = 474.937 \, \Omega$$

(5)

für den ohmschen Widerstand und

$$C_{15,1} = 491,625 \cdot 10^{-9} \, \Omega$$

$$C_{15,2} = 629,986 \cdot 10^{-9} \, \Omega$$

(6)

für die Kapazitäten in der RC-Kombination Nummer 15 ermittelt werden. Mithilfe der Gleichung (VERWEIS AUF GLEICHUNG) lassen sich

$$\bar{R}_{15} = (506.918 \pm 50.566) \, \Omega$$

(7)

und

$$\bar{C}_{15} = (560.806 \pm 67.181) \text{ nF} \quad (8)$$

als Mittelwerte samt Standardabweichungen für den ohmschen Widerstand beziehungsweise der Kapazität der RC-Kombination Nummer 15 benennen.

Messung	$R_2 / \Omega$	$R_3 / \Omega$	$R_4 / \Omega$	$C_2 / \text{F}$
1	664	448	552	$399 \cdot 10^{-9}$
2	664	417	583	$450 \cdot 10^{-9}$

**Tabelle 2:** Text2 WERT 15

Messung	$R_2 / \Omega$	$R_3 / \Omega$	$R_4 / \Omega$	$C_2 / \text{F}$
1	332	419	581	$399 \cdot 10^{-9}$

**Tabelle 3:** Text2 WERT 3 (C) und WERT 10 (R)

## 5 Diskussion

### Literatur

- [1] TU Dortmund. *Versuchsanleitung Brückenschaltungen*.
- [2] John D. Hunter. „Matplotlib: A 2D Graphics Environment“. Version 1.4.3. In: *Computing in Science & Engineering* 9.3 (2007), S. 90–95. URL: <http://matplotlib.org/>.
- [3] Eric O. Lebigot. *Uncertainties: a Python package for calculations with uncertainties*. Version 2.4.6.1. URL: <http://pythonhosted.org/uncertainties/>.
- [4] Travis E. Oliphant. „NumPy: Python for Scientific Computing“. Version 1.9.2. In: *Computing in Science & Engineering* 9.3 (2007), S. 10–20. URL: <http://www.numpy.org/>.