

## VERSUCH 302

# Brückenschaltung

Tabea Hacheney  
tabea.hacheney@tu-dortmund.de

Bastian Schuchardt  
bastian.schuchardt@tu-dortmund.de

Durchführung: 30.11.2021

Abgabe: 07.12.2021

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Zielsetzung</b>	<b>3</b>
<b>2 Theorie</b>	<b>3</b>
2.1 Wheatstonesche Brückenschaltung . . . . .	3
<b>3 Durchführung</b>	<b>4</b>
<b>4 Auswertung</b>	<b>4</b>
4.1 Wheatston'sche Messbrücke . . . . .	4
4.2 Kapazitätsmessbrücke . . . . .	5
4.3 Induktivitätsmessbrücke . . . . .	5
4.4 Maxwellbrücke . . . . .	6
4.5 Wien-Robinson-Brücke . . . . .	6
<b>5 Diskussion</b>	<b>6</b>
<b>6 Messwerte</b>	<b>7</b>
<b>Literatur</b>	<b>13</b>

# 1 Zielsetzung

In diesem Versuch werden Brückenschaltungen dazu verwendet verschiedene unbekannte Ohm'sche Widerstände, Kapazitäten und Induktivitäten zu bestimmen. Zudem wird die Wien-Robinson-Brücke dazu verwendet um die Frequenzabhängigkeit dieser Schaltung zu untersuchen.

Dabei werden bisher nur in der Theorie benutzte Konzepte angewendet, wie beispielsweise die Abgleichbedingung und die Kirchhoff'schen Gesetze.

# 2 Theorie

Brückenschaltungen werden dazu benutzt, durch bereits bekannte Widerstände Unbekannte zu bestimmen. Zu diesen Widerständen zählen Ohm'sche Widerstände, induktive Widerstände und kapazitative Widerstände. Bei den letzteren Beiden handelt es sich um komplexe Widerstände.

Allgemein werden bei allen folgenden Schaltungen die Kirchhoffschen Gesetze

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

$$\sum_k U_k = \sum_k I_k R_k \quad (2)$$

verwendet, wobei bei Gleichung 2 alle  $I_k$  im Uhzeigersinn als positiv und alle gegen den Uhzeigersinn als negativ zu werten sind.

Aus diesen grundlegenden Gesetzen Gleichung 1 und Gleichung 2 lässt sich die Abgleichbedingung herleiten:

$$R_1 R_4 = R_2 R_3 \quad (3)$$

Diese Formel ist nur erfüllt wenn die Brückenspannung minimal wird.

## 2.1 Wheatstonesche Brückenschaltung

Die meisten Brückenschaltungen bestehen aus einer Speisespannung  $U_S$ , bekannten Widerständen, einem unbekannten Widerstand und einem Spannungsmessgerät. Der einfachste Aufbau besteht aus drei bekannten und einem unbekannten Widerstand, welche wie in Abbildung 1 aufgebaut werden.

Bei Abbildung 1 handelt es sich um eine Wheatstonesche Brückenschaltung. Sie kann sowohl mit Gleichstrom, als auch mit Wechselstrom betrieben werden. Diese Schaltung zur Bestimmung des Widerstands  $R_X$  benutzt. Die Widerstände  $R_3$  und  $R_4$  können in diesem Fall durch ein Potentiometer ersetzt werden, da nur das Verhältnis der beiden Widerstände relevant zur Bestimmung von  $R_X$  ist.

[1]

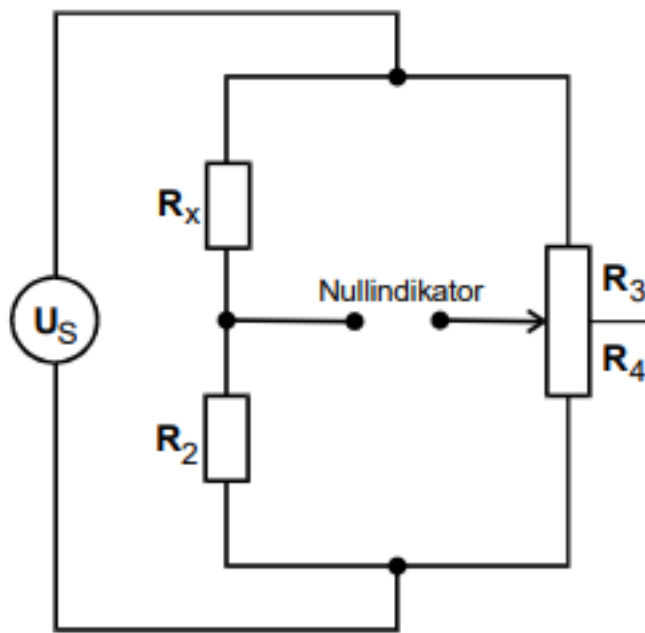


Abbildung 1: Wheatstonesche Brückenschaltung

### 3 Durchführung

### 4 Auswertung

#### 4.1 Wheatston'sche Messbrücke

Der relative Fehler für  $\frac{R_3}{R_4}$  ist mit 0,5 % und der für  $R_2$  ist mit 0,2 % angegeben. Die Werte für  $R_{14}$  und  $R_{13}$  sind in Tabelle 1 und 2 zu finden. Mit Hilfe von ( ) lassen sich die Werte

$$R_{14} = (704 \pm 631) \Omega$$

$$R_{13} = (1724 \pm 1440) \Omega$$

bestimmen. Die Fehler aus der Standarabweichung sind wesentlich größer als die angegebenen relativen Fehler.

Tabelle 1: Messung von  $R_3$  und  $R_4$  für  $R_{14}$

$R_2/\Omega$	$R_3/\Omega$	$R_4/\Omega$	$R_{14}/\Omega$
332	243	757	106,6
664	392	608	428,1
1000	612	388	1577,3

**Tabelle 2:** Messung von  $R_3$  und  $R_4$  für  $R_{13}$ 

$R_2/\Omega$	$R_3/\Omega$	$R_4/\Omega$	$R_{13}/\Omega$
332	579	421	456,6
664	595	405	975,5
1000	789	211	3739,3

## 4.2 Kapazitätsmessbrücke

Der relative Fehler für  $R_2$  beträgt 3% und der für  $C_2$  ist mit 0,2% angegeben. Der relative Fehler des Potentiometers ist gleich geblieben.  $C_2$  ist als  $C_2 = 597 \cdot 10^{-9} \text{ F}$  angegeben. Die Werte für  $C_8$  und  $R_8$  lassen sich in Tabelle 3 finden. Mit Hilfe von ( ) und ( ) sind  $C_8$  und  $R_8$  bestimmt als

$$C_8 = (578 \pm 146) \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

$$R_8 = (787 \pm 73) \Omega$$

Auch hier sind die Fehler aus der Standardabweichung wesentlich größer als die angegebenen relativen Fehler.

**Tabelle 3:** Messung von  $C_8$  und  $R_8$ 

$R_2/\Omega$	$R_3/\Omega$	$R_4/\Omega$	$C_8/10^{-9}\text{F}$	$R_8/\Omega$
500	640	360	336	889
600	580	420	432	829
700	480	520	647	646
800	491	509	619	772
900	470	530	673	789
1000	440	560	760	786

## 4.3 Induktivitätsmessbrücke

**Tabelle 4:** Messung von  $L_{16}$  und  $R_{16}$ 

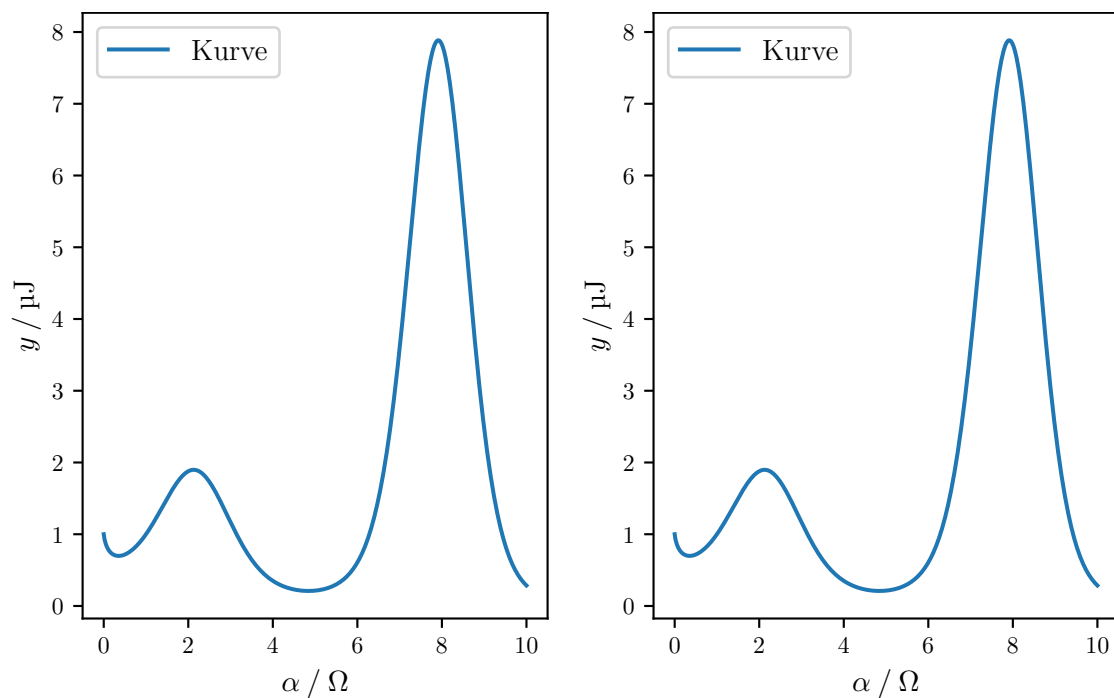
$R_2/\Omega$	$R_3/\Omega$	$R_4/\Omega$	$L_{16}/10^{-3}\text{H}$	$R_{16}/\Omega$
500	342	638	268,0	7,8
600	430	570	452,6	11,0
700	492	508	678,0	14,1
800	445	555	641,4	11,7
900	527	473	1002,7	16,3
1000	532	568	936,6	13,7

## 4.4 Maxwellbrücke

**Tabelle 5:** Messung von  $L_{16}$  und  $R_{16}$

$R_3/\Omega$	$R_4/\Omega$	$L_{16}/10^{-3}\text{H}$	$R_{16}/\Omega$
222	500	132,5	444
218	600	130,1	363
210	700	125,4	300
175	800	104,5	219
95	900	56,7	106
4	1000	0,2	4

## 4.5 Wien-Robinson-Brücke



**Abbildung 2:** Plot.

Siehe Abbildung 2!

## 5 Diskussion

## 6 Messwerte

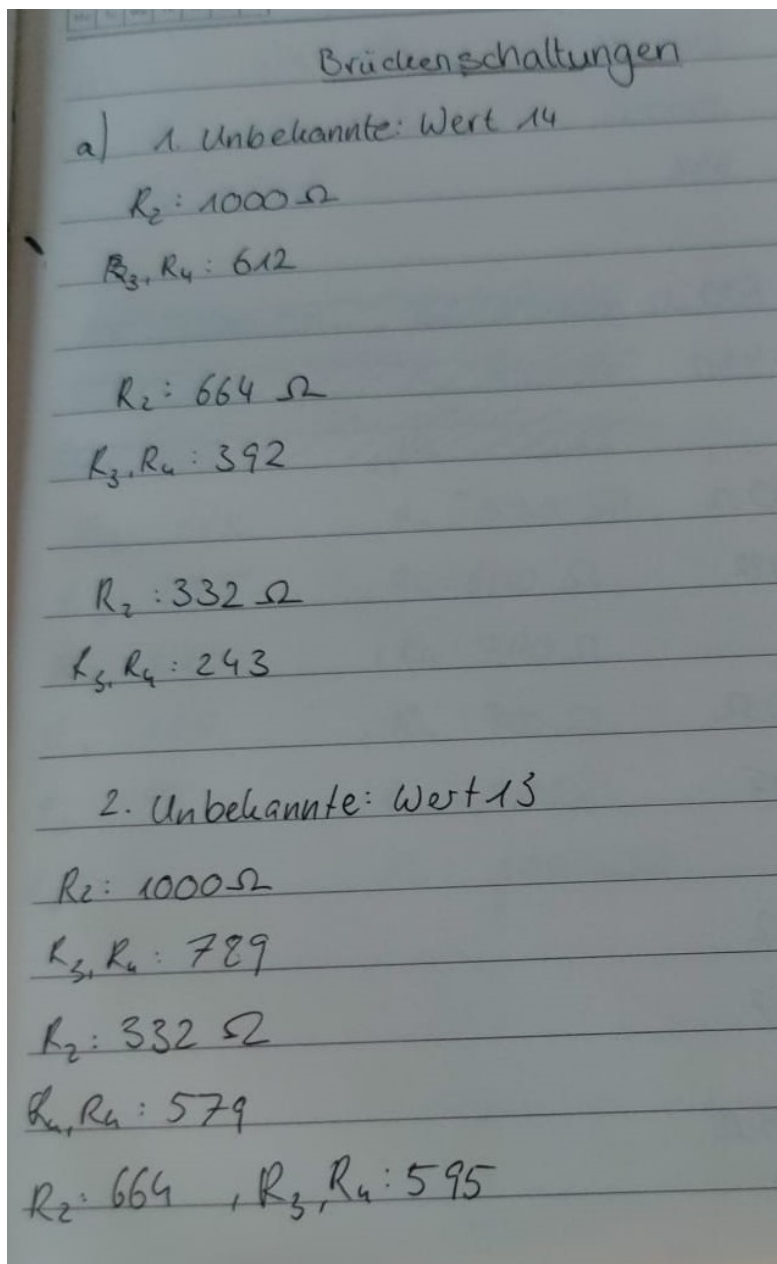


Abbildung 3: Messdaten 1



6)	Wert 8	$C_2: 597nF$
	$R_2: 500$	$R_3, R_4: 640$
	$R_2: 600$	" : 580
	$R_2: 700$	" : 480
	$R_2: 800$	" : 491
	$R_2: 900$	" : 470
	$R_2: 1000$	" : 440
	Wert 15	$C_2: 597nF$
	$R_2: 500$	$R_3, R_4:$
	$R_2: 600$	" :
	" : 700	" :
	" : 800	" :
	" : 900	" :
	" : 1000	" :

Abbildung 4: Messdaten 2

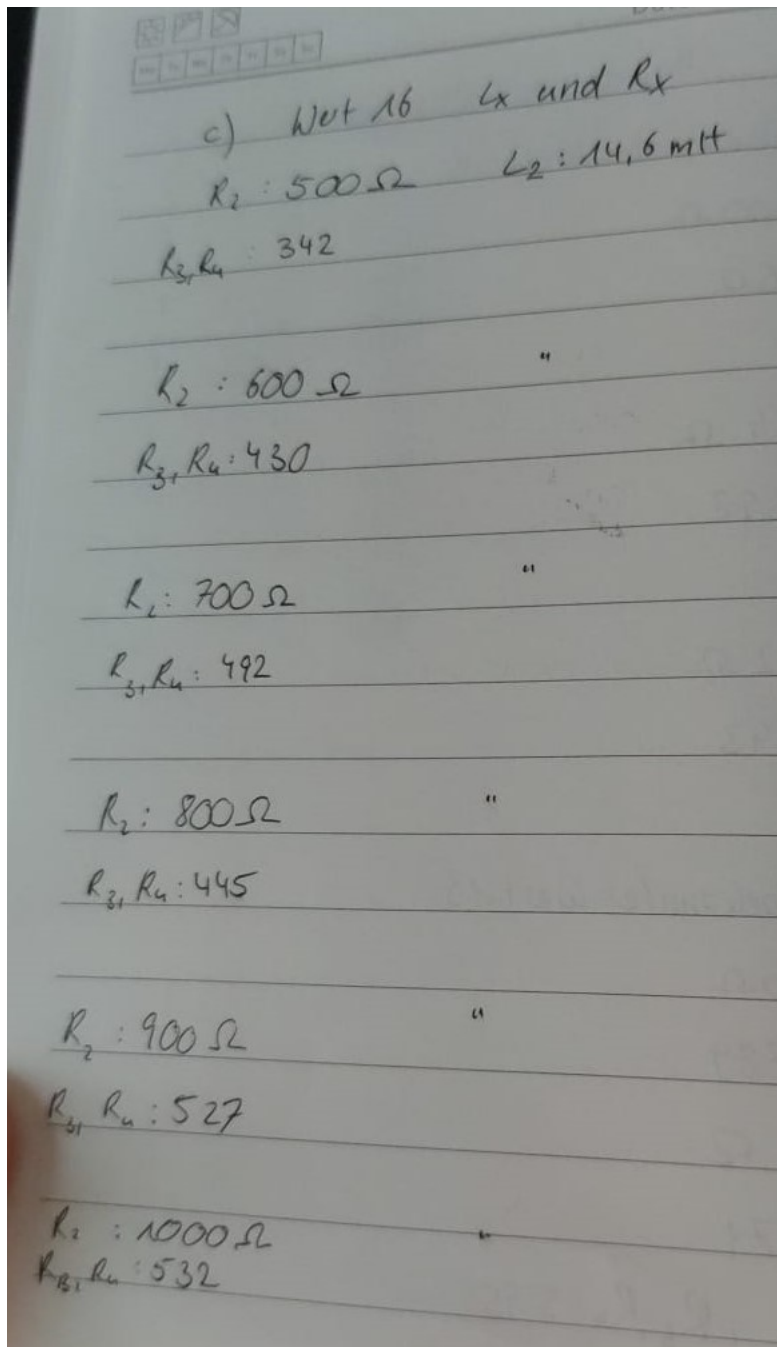


Abbildung 5: Messdaten 3

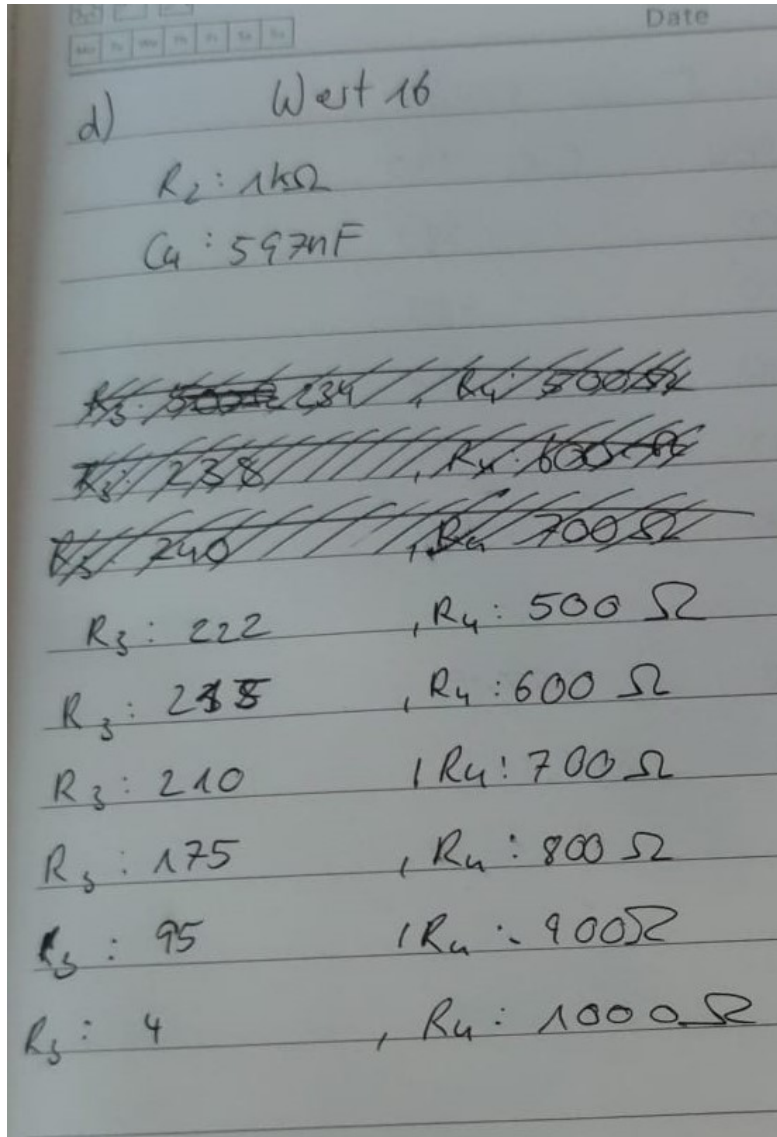


Abbildung 6: Messdaten 4

e)  $C = 660 \text{ nF}$   
 $R' = 332 \Omega$   $2R' = 664 \Omega$   
 $R = 1 \text{ k}\Omega$

$U_R$	$\Phi$	$U_s$
<del>560</del> 510	20	2500 V
390	40	
	80	$U_{gr}$ 2600
<del>128</del> 150	160	2700
100	320	2750
320	640	2800
500	1280	2800
560	2560	<del>2600</del> 2600
600	<sup>1</sup> <del>4425</del> 5620	<del>2600</del> 2500
580	10240	<del>2600</del> 2500
400	20480	<del>2600</del> 2300
300	<del>40960</del> 30000	<del>2600</del> 1800

K. Poppe

Abbildung 7: Messdaten 5

## Literatur

- [1] TU Dortmund. *Versuch zum Literaturverzeichnis*. 2014.