

Elektrische Brückenschaltung

Maximilian Sackel
Maximilian.sackel@gmx.de

Philip Schäfers
phil.schaefers@gmail.com

Durchführung: 15.12.15

Abgabe: 05.01.2015

Inhaltsverzeichnis

1	Theoretische Grundlage	3
1.1	Fehlerrechnung	3
1.1.1	Mittelwert	3
1.1.2	Gauß'sche Fehlerfortpflanzung	3
1.1.3	Lineare Regression	3
2	Durchführung und Aufbau	3
3	Auswertung	3
3.1	Wheatston'sche Brückeschaltung	3
3.2	Kapazitätsmessbrücke	4
3.3	Induktivitätsmessbrücke	5
3.4	Maxwell-Brücke	5
3.5	TT-Brücke	5
4	Diskussion	7

1 Theoretische Grundlage

1.1 Fehlerrechnung

Sämtliche Fehlerrechnungen werden mit Hilfe von Python 3.4.3 durchgeführt.

1.1.1 Mittelwert

Der Mittelwert einer Messreihe x_1, \dots, x_n lässt sich durch die Formel

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k \quad (1)$$

berechnen. Die Standardabweichung des Mittelwertes beträgt

$$\Delta\bar{x} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x})^2} \quad (2)$$

1.1.2 Gauß'sche Fehlerfortpflanzung

Wenn x_1, \dots, x_n fehlerbehaftete Messgrößen im weiteren Verlauf benutzt werden, wird der neue Fehler Δf mit Hilfe der Gaußschen Fehlerfortpflanzung angegeben.

$$\Delta f = \sqrt{\sum_{k=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_k} \right)^2 \cdot (\Delta x_k)^2} \quad (3)$$

1.1.3 Lineare Regression

Die Steigung und y-Achsenabschnitt einer Ausgleichsgeraden werden gegebenenfalls mittels Linearen Regression berechnet.

$$y = m \cdot x + b \quad (4)$$

$$m = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{\overline{x^2\bar{y}} - \bar{x}\bar{xy}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \quad (6)$$

2 Durchführung und Aufbau

3 Auswertung

3.1 Wheatston'sche Brückenschaltung

Mit Hilfe der Wheatston'schen Brückenschaltung werden zwei unbekannte Widerstände $R_{13} = \text{Wert13}$ und $R_{14} = \text{Wert14}$ bestimmt. Dies geschieht mit Formel ??, die Werte

und Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 aufgeführt. $\overline{R_{13,14}}$ entspricht hierbei den gemittelten Werten für die gesuchten Widerstände.

R_2 / Ω	R_3 / Ω	R_4 / Ω	R_{13} / Ω	$\overline{R_{13}} / \Omega$
332	735	265	322.8 ± 1.7	
500	648	352	321.0 ± 1.7	326.6 ± 1.0
664	582	418	336.0 ± 1.8	

Tabelle 1: Werte für die Bestimmung von R_{13} .

R_2 / Ω	R_3 / Ω	R_4 / Ω	R_{14} / Ω	$\overline{R_{14}} / \Omega$
332	493	507	920.8 ± 5.0	
500	391	609	920.5 ± 5.0	921.9 ± 2.9
664	336	664	924.5 ± 5.0	

Tabelle 2: Werte für die Bestimmung von R_{14} .

3.2 Kapazitätsmessbrücke

Mit Hilfe der Kapazitätsmessbrücke werden zwei unbekannte verlustfreie Kapazitäten $C_2 = \text{Wert2}$ und $C_3 = \text{Wert3}$ und eine verlustbehaftete Kapazität $C_8 = \text{Wert8}$ bestimmt. Dies geschieht mit Formel ?? für C_2 , C_3 und mit den Formeln ??, ?? für C_8 und R_8 . Die Messwerte und Ergebnisse sind in den Tabellen 3 bis 5 aufgeführt. $\overline{C_{2,3,8}}$ entspricht hierbei den gemittelten Werten für die gesuchten Kapazitäten.

C_2 / nF	R_3 / Ω	R_4 / Ω	$C_2 / \mu\text{F}$	$\overline{C_2} / \mu\text{F}$
597	285	715	1.498 ± 0.008	
750	329	671	1.530 ± 0.008	1.517 ± 0.005
994	395	605	1.522 ± 0.008	

Tabelle 3: Werte für die Bestimmung von C_2 .

C_2 / nF	R_3 / Ω	R_4 / Ω	$C_3 / \mu\text{F}$	$\overline{C_3} / \mu\text{F}$
597	593	607	40.97 ± 0.22	
750	639	361	42.37 ± 0.23	41.65 ± 0.13
994	705	295	41.59 ± 0.22	

Tabelle 4: Werte für die Bestimmung von C_3 .

C_2 / nF	R_2 / Ω	R_3 / Ω	R_4 / Ω	$C_8 / \mu\text{F}$	R_8 / Ω	$\overline{C_8} / \mu\text{F}$	$\overline{R_8} / \Omega$
597	304	671	329	29.27 ± 0.16	149.1 ± 4.5		
750	228	722	278	28.88 ± 0.16	87.8 ± 2.7	29.11 ± 0.09	96.5 ± 1.8
994	179	773	227	29.19 ± 0.16	52.6 ± 1.6		

Tabelle 5: Werte für die Bestimmung von C_8 und R_8 .

3.3 Induktivitätsmessbrücke

Mit Hilfe der Induktivitätsmessbrücke wird die Induktivität $L_{19} = \text{Wert19}$ einer unbekannten Spule bestimmt. Dies geschieht mit Formel ???. Die Messwerte und Ergebnisse sind in der Tabelle 6 aufgeführt.

L_2 / mH	R_2 / Ω	R_3 / Ω	R_4 / Ω	L_{19} / mH	R_{19} / Ω	$\overline{L_{19}} / \text{mH}$	$\overline{R_{19}} / \Omega$
14.6	286	281	719	5.706 ± 0.029	111.8 ± 0.6		
20.1	287	287	713	8.090 ± 0.040	115.5 ± 0.6	6.898 ± 0.025	113.6 ± 0.4

Tabelle 6: Werte für die Bestimmung von L_{19} und R_{19} .

3.4 Maxwell-Brücke

Mit Hilfe der Maxwell-Brücke soll die gleiche Spule untersucht werden welche auch für die Induktivitätsmessbrücke verwendet wurde. Dadurch erhält man einen referenz Wert und kann die beiden Ergebnisse vergleichen. Die verwendete Kapazität $C_4 = 750 \text{ nF}$ bleibt für die gesamte Messung unverändert. Durch einsetzen in die Formeln ??, ?? erhält man L_{19} und R_{19} . Die Messwerte und Ergebnisse sind in Tabelle 7 aufgelistet.

R_2 / Ω	R_3 / Ω	R_4 / Ω	L_{19} / mH	R_{19} / Ω	$\overline{L_{19}} / \text{mH}$	$\overline{R_{19}} / \Omega$
332	215	655	53.5 ± 1.6	109.0 ± 4.6		
664	95	538	47.3 ± 1.4	117.2 ± 5.0	57.6 ± 1.0	115.6 ± 2.8
1000	96	796	72.0 ± 2.2	120.6 ± 5.1		

Tabelle 7: Werte für die Bestimmung von L_{19} und R_{19} .

3.5 TT-Brücke

$$f_{0,\text{theo}} = (382.1 \pm 1.2) \text{ Hz}$$

f / Hz	U_{br} / V
20	4.56
70	3.76
180	1.78
200	1.51
220	1.28
240	1.07
260	0.88
280	0.70
300	0.56
320	0.40
340	0.26
360	0.14
380	0.02
400	0.21
420	0.23
440	0.33
460	0.43
480	0.52
500	0.61
520	0.70
540	0.78
560	0.87
580	0.96
700	1.37
1000	2.14
2000	3.26
7000	3.90
15000	3.92
30000	3.92

Tabelle 8: Brückenspannung gegen die Frequenz aufgetragen.

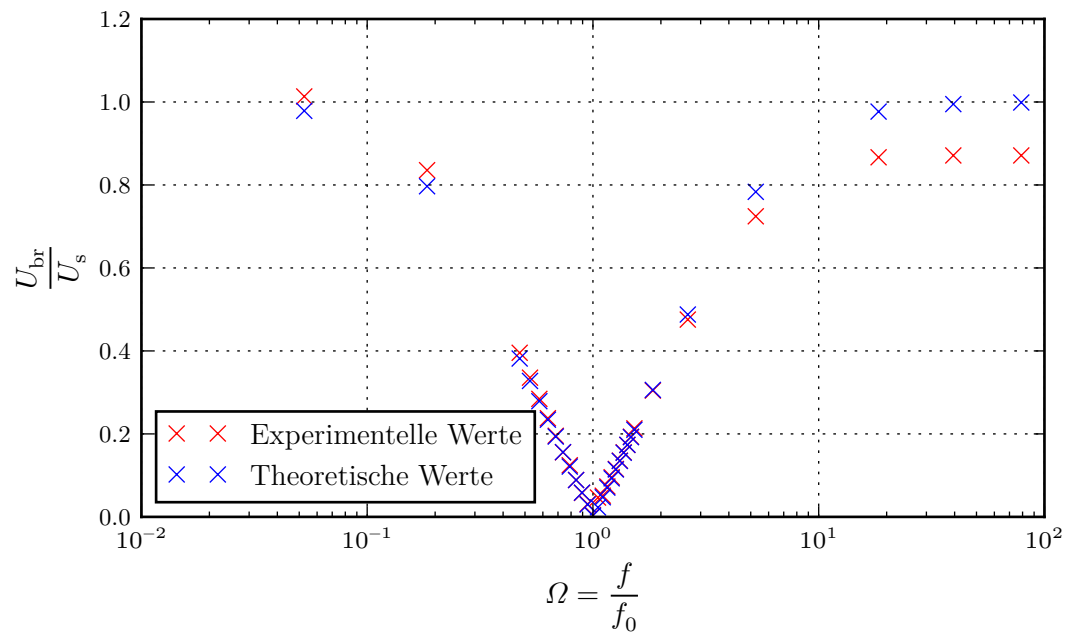


Abbildung 1: Brückenschaltung

Der experimentelle und der theoretische Wert liegen im Durchschnitt um 5,5% auseinander.

4 Diskussion