

An abstract graphic consisting of several thick, diagonal bars of various colors (green, blue, grey, orange, red, purple, teal, and brown) arranged in a dynamic, overlapping pattern across the top half of the page.

Elektronik 1  
Praktikum 1

2020

# Passive Bauelemente

9. November 2020

Florian Tietjen  
Eric Antosch

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Serieninduktivität eines Drahtwiderstands</b>	<b>3</b>
1.1	Vorbereitung . . . . .	3
1.2	Versuchsdurchführung . . . . .	4
1.3	Auswertung . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Verlustwiderstand einer Induktivität</b>	<b>5</b>
2.1	Vorbereitung . . . . .	5
2.2	Versuchsdurchführung . . . . .	6
2.3	Auswertung . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Serienverlustwiderstand eines Bechereikos</b>	<b>7</b>
3.1	Vorbereitung . . . . .	7
3.2	Versuchsdurchführung . . . . .	8
3.3	Auswertung . . . . .	8

# 1 Serieninduktivität eines Drahtwiderstands

## Aufgabe 1

Im ersten Versuch soll die Serieninduktivität eines Drahtwiderstands erst über Messung der Serienresonanzfrequenz bei gegebenem Kondensator berechnet werden. Im Anschluss wird dann das Ergebnis genutzt, um das Verhalten der Schaltung bei Parallelresonanzfrequenz zu untersuchen.

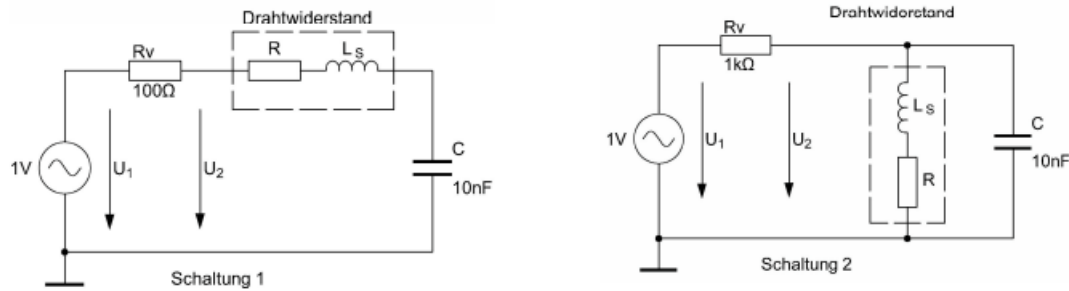


Abbildung 1: Schaltplan zur Bestimmung der Serienimpedanz eines Drahtwiderstands

## Geräteliste 1

- Oszilloskop: Tektronix MDO3012
- Funktionsgenerator: Keysight 33210A
- HP 4294A Impedance Analyzer
- Multimeter: MetraHit X-TRA Multimeter

## 1.1 Vorbereitung

Zunächst wollen wir die gegebenen Formeln so umstellen, dass wir mit ihnen die gesuchten Größen errechnen können.

Für unsere erste Schaltung gilt:

$$f_{1Res} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_S \cdot C}} \quad (1)$$

Durch ein wenig umstellen erhalten wir dann folgende Form, die wir dann quadrieren:

$$\begin{aligned} \sqrt{L_S \cdot C} &= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_{1Res}} \\ L_S \cdot C &= \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_{1Res}^2} \end{aligned}$$

Wir bringen nun zum Schluss noch  $C$  auf die andere Seite und erhalten:

$$L_S = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_{1Res}^2 \cdot C} \quad (2)$$

Um nun schlussendlich auch die Parallelresonanzfrequenz zu berechnen, gibt es noch eine entsprechende Formel:

$$f_{2Res} = \frac{\sqrt{1 - \frac{R^2}{L_s/C}}}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_s \cdot C}} \quad (3)$$

## 1.2 Versuchsdurchführung

Um die Resonanzfrequenz zu ermitteln, müssen die beiden Spannungen  $U_1$  und  $U_2$  in Phase sein. Dazu variieren wir also am Frequenzgenerator die Frequenz des Eingangssignals  $U_1$  so lange, bis sich  $U_1$  und  $U_2$  am Oszilloskop überlagern. An diesem Punkt ist auch  $U_2$  minimal.

## 1.3 Auswertung

Unsere abgelesene Resonanzfrequenz liegt nun also bei:  $f_{1Res} = 835kHz$  (9,53). Aus dieser können wir mit (2) die gesuchte Serieninduktivität des Drahtwiderstands berechnen:  $L_s = 3,633\mu H$

Um nun die Serienresonanzfrequenz mit der Parallelresonanzfrequenz zu vergleichen, setzen wir unsere errechnete Induktivität in (3) ein und erhalten dadurch:  $f_{2Res} = 548,745kHz$ . Wir testen nun mit dem Oszilloskop diese berechnete Resonanzfrequenz, indem wir die beiden Signale wieder in Phase bringen, wobei wir  $f_{2Res} = 652kHz$  (9,55) ablesen.

## 2 Verlustwiderstand einer Induktivität

### Aufgabe 2

Im zweiten Versuch soll durch das Ermitteln des Verlustwiderstands in Abhängigkeit von der Frequenz der Einfluss selbiger auf das Verhalten des Verlustwiderstands erarbeitet werden. Gleichzeitig ist das Einstellen einer Kapazitätsdekade auf Resonanzfrequenz mit der Induktivität Gegenstand der Aufgabe.

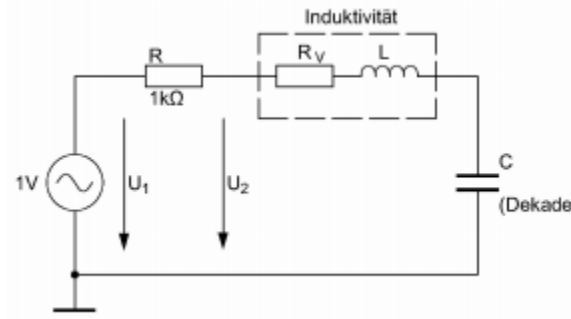


Abbildung 2: Schaltplan zur Bestimmung des Verlustwiderstands einer Induktivität

### Geräteliste 2

- Oszilloskop: Tektronix MDO3012
- Kapazitätsdekade Time Electronics Cap.Box Model 1071
- Funktionsgenerator
- Multimeter

### 2.1 Vorbereitung

Wir wollen zuerst einmal aus den bereits erarbeiteten Formeln die Berechnung der Kapazitätsdekade herleiten:

$$C = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_{Res}^2 \cdot L} \quad (4)$$

Aus der Annahme, dass sich bei eingestellter Resonanzfrequenz die Impedanzen der Spule und der Kapazitätsdekade aufheben, können wir die Formel für die Berechnung des Verlustwiderstands  $R_v$  aus dem Spannungsteiler herleiten:

$$\begin{aligned} U_2 &= U_1 \cdot \frac{R_v}{R_v + R} \\ (R_v + R) \cdot U_2 &= U_1 \cdot R_v \\ R_v + R &= \frac{U_1}{U_2} \cdot R_v \\ R &= \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right) \cdot R_v \end{aligned}$$

Nun teilen wir noch durch  $\frac{U_1}{U_2} - 1$  und bekommen:

$$\frac{R}{\left(\frac{U_1}{U_2} - 1\right)} = R_v \quad (5)$$

Wir messen mit dem MetraHit vorher noch den Gleichstromwiderstand der Spule, um den später bei der Messung zu berücksichtigen. Dieser beträgt  $R_{Cu} = 38,8\Omega$ .

## 2.2 Versuchsdurchführung

Wir stellen die Kapazitätsdekade so ein, dass wir bei den Frequenzen  $f = 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100\text{kHz}$  jeweils die Resonanzfrequenz bekommen und Messen dann  $U_1$  und  $U_2$  mit dem Oszilloskop. Daraus errechnen wir dann  $R_v$  und tragen diese Werte dann in einem Plot ab.

## 2.3 Auswertung

$\frac{f}{\text{kHz}}$	$\frac{C_{\text{Rechnung}}}{\mu\text{F}}$	$\frac{C_{\text{Messung}}}{\mu\text{F}}$	$\frac{U_1}{\text{mV}}$	$\frac{U_2}{\text{mV}}$	$\frac{R_v}{\Omega}$
1	1,151377	1,13019	952	37,11	40,56
2	0,287	0,282	953	37,5	40,96
5	0,046055	0,04556	956,1	40,02	43,69
10	0,0151	0,0113	952,1	30,93	33,576
20	0,002878	0,00278	955	36,1	39,286
50	460pF	370pF	959	79	89,772
100	151pF	30pF	972	405	714,28

Verlustwiderstand als Funktion von f

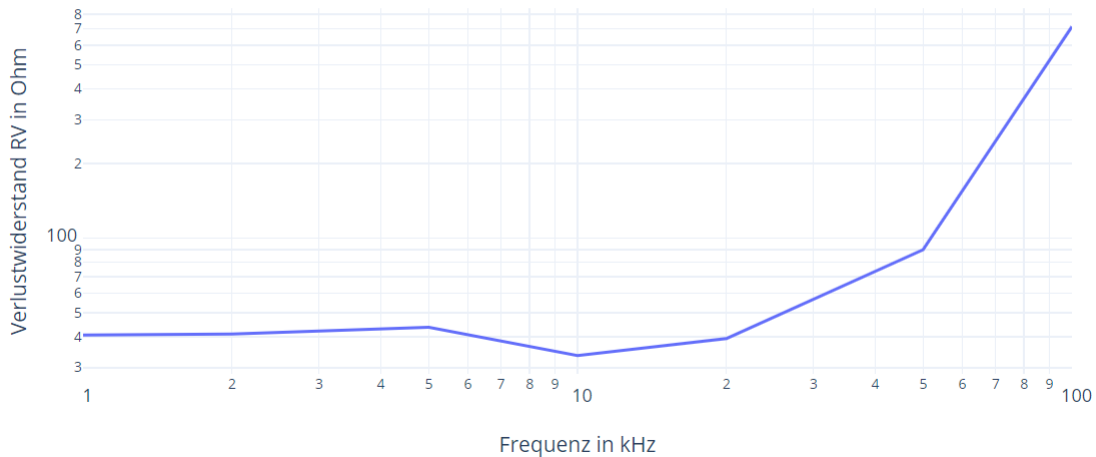


Abbildung 3: Der Verlustwiderstand doppelt logarithmisch von der Frequenz abgetragen

### 3 Serienverlustwiderstand eines Becherelkos

#### Aufgabe 3

Im dritten und letzten Versuch soll nun der Serienverlustwiderstand eines RC-Glieds in einer Brückenschaltung gemessen und errechnet werden. Dazu soll das Variieren einer Widerstands- und Kapazitätsdekade zum Abgleich einer einfachen Brückenschaltung als Methode der Messung geübt werden.

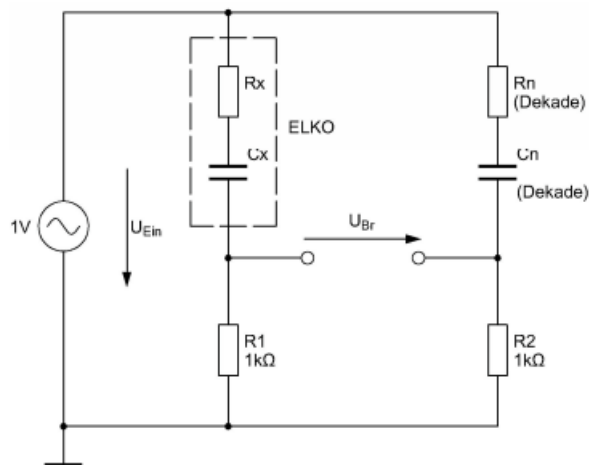


Abbildung 4: Schaltplan der Brückenschaltung

#### Geräteliste 3

- Transformator Sennheiser RVZ11
- Oszilloskop
- Kapazitätsdekade: Time Electronics Model 1071 CapBox
- Widerstandsdekade: Time Electronics Model 1051 ResBox
- Funktionsgenerator

#### 3.1 Vorbereitung

Unter der Voraussetzung, dass die Variation des einstellbaren RC-Glieds ein Abgleich der Brückenschaltung hervorruft, gilt:

$$\frac{C_N}{C_X} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\frac{R_N}{R_X} = \frac{R_2}{R_1}$$

Aus diesen Voraussetzungen folgt dann:

$$\frac{C_N \cdot R_2}{R_1} = C_X \quad (6)$$

$$\frac{R_N \cdot R_1}{R_2} = R_X \quad (7)$$

### 3.2 Versuchsdurchführung

Wir stellen am Funktionsgenerator jeweils die Frequenzen  $f = 100Hz, 500Hz$  und  $1kHz$  ein und ermitteln die Kapazität  $C_X$  und den Verlustwiderstand  $R_X$  und tragen dann die Werte in eine Tabelle ab. Im Anschluss werden die Ergebnisse dann mit dem HP 4294A Impedance Analyzer überprüft.

### 3.3 Auswertung

$\frac{f}{Hz}$	$\frac{C_X}{nF}$	$\frac{R_X}{\Omega}$	$\frac{U_{Br}}{\mu V}$
100	1000	81	4, 2
500	988	21	6, 4
1000	898	20	4, 2