Elektronik 1
Praktikum 1

2020

Passive Bauelemente

8. November 2020

Florian Tietjen
Eric Antosch

Inhaltsverzeichnis

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.

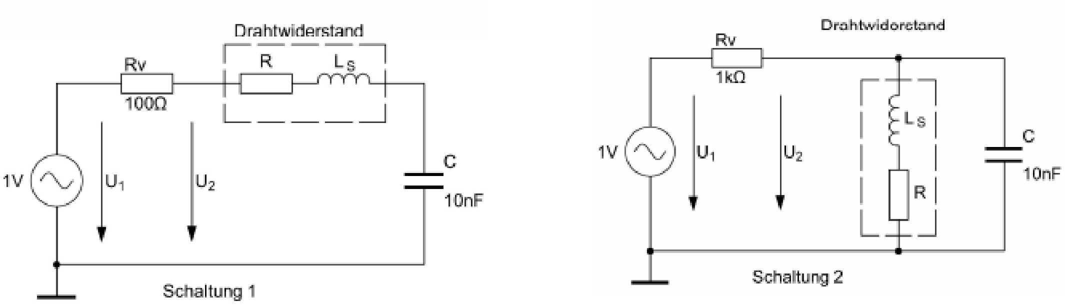

Abbildung 1: Schaltplan zur Bestimmung der Serienimpedanz eines Drahtwiderstands

Geräteliste 1

- Oszilloskop
- Funktionsgenerator
- HP 4294A Impedance Analyzer
- 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:

$$f_{1Res} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_S \cdot C}} \tag{1}$$

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

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

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

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

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

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

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: $f_{1Res} = kHz$. Aus dieser können wir mit (2) die gesuchte Serieninduktivität des Drahtwiderstands berechnen: $L_S = \mu H$

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

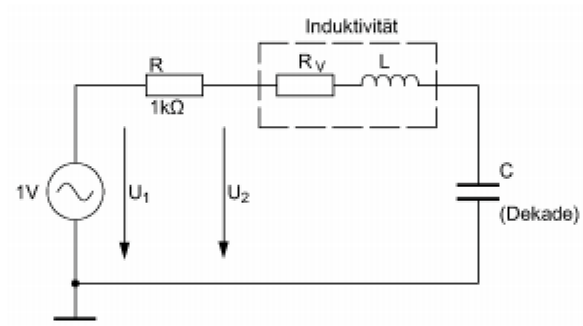

Abbildung 2: Schaltplan zur Bestimmung des Verlustwiderstands einer Induktivität

Geräteliste 2

- Oszilloskop
- Kapazitätsdekade und Widerstandsdekade
- Funktionsgenerator
- Multimeter

2.1 Vorbereitung

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

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

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:

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

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

2.2 Versuchsdurchführung

Wir stellen die Kapazitätsdekade so ein, dass wir bei den Frequenzen $f = 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 kHz$ 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

$\frac{f}{kHz}$	$\frac{C_{Rechnung}}{\mu F}$	$\frac{C_{Messung}}{\mu F}$	$\frac{U_1}{mV}$	$\frac{U_2}{mV}$	$\frac{R_v}{\Omega}$
1					
2					
5					
10					
20					
50					
100					

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.

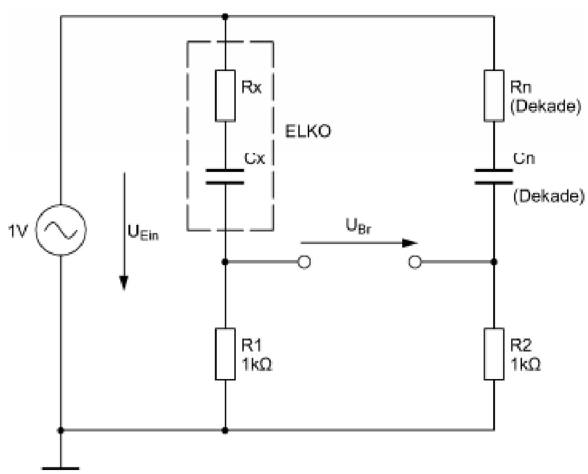

Abbildung 3: Schaltplan der Brückenschaltung

Geräteliste 3

- Transformator
- Oszilloskop
- HP 4294A Impedance Analyzer
- Kapazitätsdekade und Widerstandsdekade
- Funktionsgenerator

3.1 Vorbereitung

Unter der Vorraussetzung, 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 Vorraussetzungen folgt dann:

$$\frac{C_N \cdot R_2}{R_1} = C_X \tag{6}$$

$$\frac{R_N \cdot R_1}{R_2} = R_X \tag{7}$$

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			
500			
1000			

$\frac{f}{Hz}$	$\frac{C_X}{nF}$	$\frac{R_X}{\Omega}$	$\frac{U_{Br}}{\mu V}$
100			
500			
1000			