

## 1 Versuchsziel

Kennenlernen und Ermittlung der wichtigsten Kennwerte von Passschaltungen und Resonanzkreisen.

## 2 Literatur

- /1/ Vorlesung „Grundlagen der Elektrotechnik“; Hochschule Zittau/Görlitz
- /2/ Elschner, H. (1990). Grundlagen der Elektrotechnik, Elektronik - 1.
- /3/ Führer, A. (2012). Grundgebiete der Elektrotechnik - 1 : Stationäre Vorgänge.
- /4/ Paul, R., & Paul, S. (2010). Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik - 1 : Gleichstromnetzwerke und ihre Anwendungen. Springer-Lehrbuch.
- /5/ Lerch, R. (2012). Elektrische Messtechnik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg
- /6/ Mühl, T. (2014). Einführung in die elektrische Messtechnik. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden

## 3 Grundlagen und Versuchsvorbereitung

Studieren Sie die im Literaturverzeichnis angegebene Literatur.

Schwerpunkte:

- Kenngrößen von Resonanzkreisen
- Strom- und Spannungsverläufe bei Reihen- und Parallelschwingkreisen
- Betrag der Widerstände in Abhängigkeit von Frequenz für den Reihenschwingkreis und der Leitwerte für den Parallelschwingkreis
- Unterschiede zwischen idealen und realen Schwingkreisen, Möglichkeiten der Überführung eines realen in einen idealen Schwingkreis
- Bedeutung von Resonanzkreisen
- Schaltungen mit Tief- und Hochpassverhalten, Grenzfrequenz, Knick- bzw. 3dB-Frequenz, Übertragungsfunktion, logarithmischer Amplituden- und Phasengang, Dezibel

### 3.1 Reihenresonanzkreis

3.1.1 Mit der technischen Spule  $L_1$  (ohmscher Anteil der technischen Spule:  $R_L + R_1 + R_M = 3 \Omega + 1 \Omega + 1 \Omega = 5 \Omega$ ) und dem Kondensator  $C_1$  (s. 4.1 u.4.2) wird ein Reihenresonanzkreis aufgebaut.

Zeichnen Sie die Schaltung unter Berücksichtigung von  $R_L$  und berechnen Sie:

- a) die Resonanzfrequenz  $f_0$
- b) die Spulengüte  $g_L$  (Resonanzgüte  $\rho$ ) und den Verlustfaktor  $d_L$  bei  $f_0$

- c) die 45°-Frequenzen und die Bandbreite  $b_f$
- d) den Betrag des Scheinwiderstandes  $Z$  bei den Frequenzen  $f_0, f_{\pm 45}, 3f_0, f_0/3, 6f_0, f_0/6, 10f_0, f_0/10$
- e) den Strom bezogen auf den Strom bei Resonanzfrequenz (bei  $U_g = \text{const.}$ )  $\frac{I(f)}{I(f_0)}$  für die unter d) angegebenen Frequenzen
- f) die auf die Gesamtspannung  $U_g$  bezogenen Teilspannungen  $\frac{U_L(f)}{U_g}$  und  $\frac{U_C(f)}{U_g}$  für die unter d) angegebenen Frequenzen

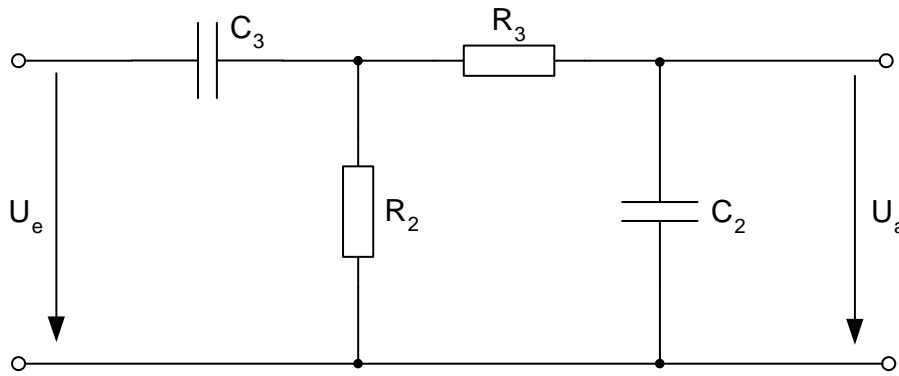
Bereiten Sie für das Messprotokoll eine Tabelle mit nachstehendem Kopf vor:

f/Hz	$Z/\Omega$	I (f)/mA	I (f)/I (f <sub>0</sub> )	$U_L/V$	$U_L/U_g$	$U_C/V$	$U_C/U_g$
Werte siehe 3.1.1 d							

- 3.1.2 Unter Verwendung der Schaltung von 3.1.1 wird  $C_1$  verdoppelt. Es sind die Werte entsprechend 3.1.1 a) - f) zu ermitteln.
- 3.1.3 Der Kreis soll eine Bandbreite  $b_f$  von 100 Hz erhalten. Wie ist die Schaltung von 3.1.1 zu verändern? Wie ändern sich die Ergebnisse a) - c)?
- 3.1.4 Die Spannung über der reinen Induktivität  $U_L$  kann nicht direkt gemessen werden (technische Spule). Berechnen Sie für 3.1.3 den Fehler  $\frac{\Delta U}{U_L} = \frac{U_{Sp} - U_L}{U_L}$  im Frequenzbereich  $f_0 \pm 100$  Hz, wenn die gemessene Spannung  $U_{Sp}$  über der Spule als rein induktiv angenommen wird ( $U_{Spule} \sim U_L$ ).
- 3.1.5 Berechnen Sie das Verhältnis der Scheinwiderstände bei Resonanzfrequenz und den 45°-Frequenzen  $\frac{Z(f_0)}{Z(f_{\pm 45})}$ :
- a) allgemein
- b) mit den Werten aus 3.1.1. d)

## 3.2 Bandpass

- 3.2.1 Durch Hintereinanderschalten eines Hochpasses und eines Tiefpasses soll ein Bandpass aufgebaut werden.  
Bauelemente:  $R_2 = 100 \Omega$ ,  $R_3 = 100 \Omega$ ,  $C_2 = 1 \mu F$ ,  $C_3 = 10 \mu F$ ;



Berechnen Sie die Übertragungsfunktion  $\frac{U_a}{U_e}$ .

- 3.2.2 Welchen maximalen Wert kann die Ausgangsspannung  $U_a$  erreichen, wenn beide Teilschaltungen die gleiche Grenzfrequenz besitzen. Bestimmen Sie die dafür notwendige Frequenz  $f_g$ ! Bei welcher Kreisfrequenz  $\omega$  wird diese erreicht?

#### 4 Versuchsdurchführung

##### 4.1 Versuchseinrichtungen und Geräte

Experimentierplatte nach Bild 1

Unter Nutzung der Steckschablone ist die Schaltung (Bild 1) zu realisieren !

**Hinweis:** Auf der Schablone sind die erforderlichen Verbindungen als graue und schwarze Linien dargestellt!

Hierbei ist zu beachten, dass die grau gekennzeichneten Verbindungen bereits intern realisiert sind und alle schwarzen Verbindungen sowie technischen Elemente (Einspeisungen, Bauelemente und Messgeräte etc.) extern zugeschaltet werden müssen.

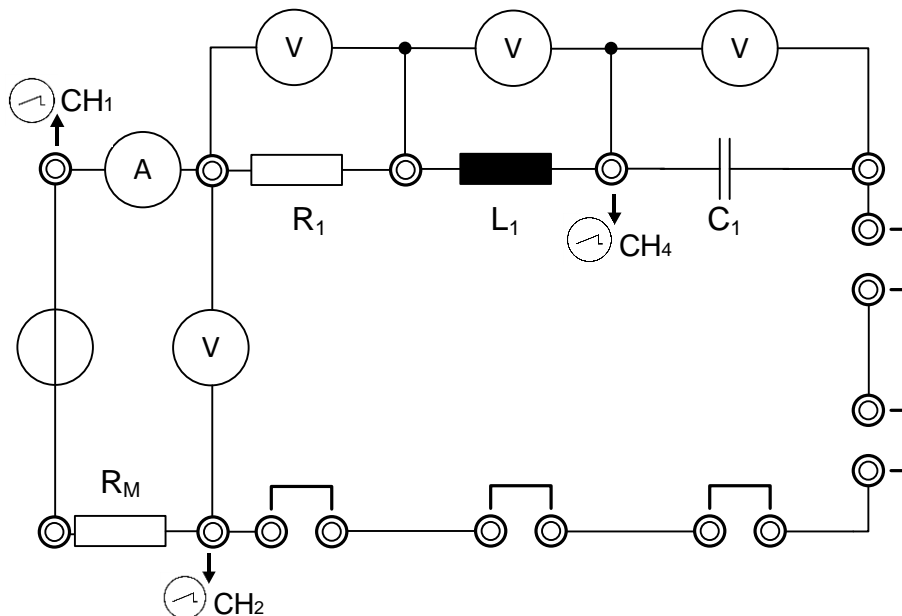
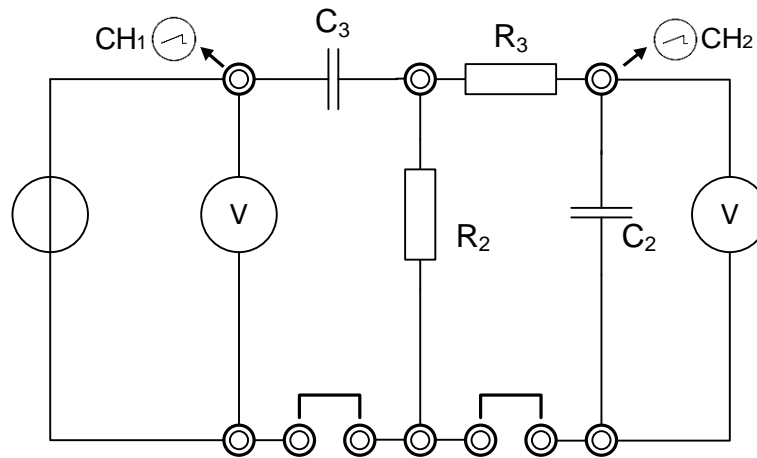


Bild 1

Experimentierplatte nach Bild 2

Unter Nutzung der Steckschablone ist die Schaltung (Bild 2) zu realisieren !



**Bild 2**

Benötigte Ausrüstungen und Geräte:

- Funktionsgenerator und Leistungsverstärker
- Digitales Speicheroszilloskop Rhode&Schwarz HMO724
- 4 Universalmessgerät Metrahit Energy
- 2 Universalmessgeräte UNIGOR 350 oder andere Fabrikate
- Widerstandsdekaden
  - Resistenz 1:  $0,1\Omega - 10\Omega$
  - Resistenz 2:  $1\Omega - 100\Omega$
  - Resistenz 3:  $10\Omega - 1k\Omega$
  - Resistenz 4:  $100\Omega - 10k\Omega$
  - Resistenz 5:  $10k\Omega - 1M\Omega$
- $L_1$  Luftspule ca. 25 mH (mit  $R_L = 2,9\Omega$ )
- $C_1$  Kondensator 50  $\mu\text{F}/100\mu\text{F}$
- $R_1$  ohmscher Widerstand 1  $\Omega$
- $R_M$  Messshunt (ohmscher Widerstand) 1  $\Omega$

Alle Kondensatoren werden als ideal angenommen!

Hinweis: Zur Speicherung der Oszillogramme ist ein **USB Stick** mitzubringen!

## 4.2 Reihenresonanzkreis

4.2.1 Bauen sie den unter 3.1 berechneten Reihenresonanzkreis entsprechend der Schaltung der Experimentierplatte (Bild 1) auf und überprüfen

Sie die berechneten Verläufe  $\frac{I(f)}{I(f_0)}$ ,  $\frac{U_L(f)}{U_g}$  und  $\frac{U_C(f)}{U_g}$  durch Messung.

Oszillografieren Sie die Gesamtspannung am Kanal CH<sub>1</sub>, den Gesamtstrom am Kanal CH<sub>2</sub> sowie die Kondensatorspannung am Kanal CH<sub>4</sub> bei  $f_0$  und  $f_{\pm 45^\circ}$  !

Bilden Sie über die mathematische Funktion des Oszilloskop`s die Spannung über der Induktivität ab (MATH = CH<sub>1</sub> - CH<sub>4</sub>)!

Die Gesamtspannung ist stets auf  $U_g = 1\text{ V}$  konstant zu halten.

**Hinweis:** Zum Oszillografieren des Gesamtstromes ist der stromproportionale Spannungsabfall über dem Messwiderstand  $R_M = 1 \Omega$  zuzuführen!  
Achten Sie auf die richtige Beschaltung des Oszilloskop`s!

4.2.2 Führen Sie die Veränderung nach 3.1.2 durch und vergleichen Sie mit den berechneten Werten.

4.2.3 Analog 4.2.2 für die Veränderung nach 3.1.3.

	f/Hz	Z/ $\Omega$	I (f)/mA	I (f)/I (f <sub>0</sub> )	U <sub>L</sub> /V	U <sub>L</sub> /U <sub>g</sub>	U <sub>C</sub> /V	U <sub>C</sub> /U <sub>g</sub>	U <sub>R</sub> /V
4.2.1 (3.1.1)	f/10								
	f/6								
	f/3								
	f <sub>-45</sub>								
	f <sub>0</sub>								
	f <sub>+45</sub>								
	3f								
	6f								
	10f								
4.2.2 (3.1.2)	f/10								
	f/6								
	f/3								
	f <sub>-45</sub>								
	f <sub>0</sub>								
	f <sub>+45</sub>								
	3f								
	6f								
	10f								
4.2.3 (3.1.3)	f <sub>-45</sub>								
	f <sub>0</sub>								
	f <sub>+45</sub>								
	3.1.3 Der Kreis soll eine Bandbreite $b_f$ von 100 Hz erhalten. Wie ist die Schaltung von 3.1.1 zu verändern? Wie ändern sich die Ergebnisse a) - c)? $b_f = f_{+45^\circ} - f_{-45^\circ} = \left( \frac{R}{2L} + \frac{R}{2L} \right) \cdot \frac{1}{2\pi} = \frac{R}{L} \cdot \frac{1}{2\pi} = 100 \text{ Hz}$ $R = b_f L 2\pi = \dots \Omega \rightarrow R_1 \approx \underline{\underline{\dots \Omega}}$								

4.3 Bandpass

Bauen Sie den unter 3.2.1 berechneten Bandpass entsprechend der Schaltung der Experimentierplatte (Bild 2) auf. Es ist die Ausgangsspannung  $U_a$  in Abhängigkeit von der Frequenz ( $10 \text{ Hz} \leq f_g \leq 50 \text{ kHz}$ ) zu messen.

	f/Hz	$U_e/V$	$U_a/V$ (Oszi)	$U_a/V$ (Multimeter)
3.2.2				
	10	1		
	50	1		
	100	1		
	150	1		
	250	1		
	350	1		
	500	1		
	750	1		
	1000	1		
	1500	1		
	5000	1		
	10000	1		
	20000	1		
	30000	1		
	50000	1		

Berechnen Sie dazu die Grenzfrequenz mit den angegebenen Werten der Bauelemente:  $R_2 = 100 \Omega$ ,  $R_3 = 100 \Omega$ ,  $C_2 = 1 \mu F$ ,  $C_3 = 10 \mu F$ ;

Oszillografieren Sie die Eingangsspannung am Kanal CH<sub>1</sub> und die Ausgangsspannung am Kanal CH<sub>2</sub> bei  $f_0$  !

## 5 Auswertung

- 5.1 Zeichnen und diskutieren Sie die gemessenen Verläufe aus 4.2.1!
- 5.2 Vergleichen Sie die unter 4.2.2 und 4.2.3 gemessenen Werte mit den berechneten. Begründen Sie die Abweichungen!
- 5.3 Stellen Sie die Übertragungsfunktion  $\frac{U_a}{U_e}$  in einem Diagramm dar und zeichnen Sie die Grenzfrequenzen ein!