

 <b>Fachhochschule Jena</b> University of Applied Sciences Jena	<b>Fachbereich Elektrotechnik</b>  Laborpraktikum Grundlagen der Elektrotechnik	Versuch  6
<b>Wechselstromnetzwerke</b>		
Seminargruppe: ..... Praktikumsgruppe: ..... Teilnehmer: ..... .....	Datum: ..... <b>Testat:</b> ..... ..... Unterschrift	

#### Literatur

- |1| Führer, A. u. a.:  
Grundlagen der Elektrotechnik, Bd. 2  
München: Hanser Verlag 1990
- |2| Weißgerber, W.:  
Elektrotechnik für Ingenieure, Teil 2  
Braunschweig: Vieweg Verlag 1991
- |3| Grafe u.a.:Grundlagen der Elektrotechnik“  
Band 2, Verlag Technik

#### Erforderliche Begriffe

Ohmscher Widerstand, Kapazität, Induktivität, Zweipol, Reaktanz, komplexer Scheinwiderstand, Impedanz, symbolische Methode der Wechselstromtechnik, komplexe Ebene, Zeiger, reelle Rechnung, komplexe Rechnung, Ortskurve,

## 1 Versuchsvorbereitung

1. Geben Sie die allgemeine Gleichungen eines komplexen Scheinwiderstandes in arithmetischer, trigonometrischer und Exponentialform an!  
Reflektieren Sie im Hinblick auf messtechnische Verifikationen mögliche Umrechnungen!
2. Eine reale Induktivität kann für hinreichend kleine Frequenzen als Reihenschaltung von Widerstand und idealer Induktivität aufgefasst werden.
  - Erarbeiten Sie stichpunktartig einen Ablauf für die messtechnische Ermittlung des ohmschen Widerstandes und der Induktivität einer realen Spule.
  - Formulieren Sie die Gleichung zur Berechnung der Induktivität einer Spule unter Berücksichtigung des Verlustwiderstandes!
  - Welche der notwendigen Komponenten der Gleichung sind messtechnisch zu ermitteln und wie werden diese gemessen?
3. Charakterisieren Sie den Ortskurvenbegriff (in Relation zum Zeigerdiagramm)!  
Wiederholen Sie
  - die Vorgehensweise bei der Inversion von Ortskurven (Inversionssätze).
  - die Festlegung der Maßstäbe von reeller und imaginärer Achse,
  - die Maßstabsfestlegung für Leitwert- und Widerstands Ortskurve,
  - Anwendungen zur Notwendigkeit der Inversionen von Ortskurven,
4. Skizzieren Sie die Impedanz- und die Admittanz Ortskurve für jeweils eine RL-Reihen- und eine RC-Parallelschaltung!

5. Geben Sie die U-Ortskurve für RC-Reihenschaltungen für konstante Gesamtspannung an! Begründen Sie den Verlauf anhand der Sachverhalte an signifikanten Punkten!  
Geben Sie die I-Ortskurve für RC-Parallelschaltungen für konstanten Gesamtstrom an! Begründen Sie den Verlauf anhand der Sachverhalte an signifikanten Punkten!
6. Eine Parallelschaltung aus  $R = 10\text{k}\Omega$  und  $C = 0,1\mu\text{F}$  soll an einer konstanten Spannung mit veränderlicher Frequenz (50Hz, 100Hz, 250Hz und 500Hz) betrieben werden.
  - Zeichnen Sie die Ortskurve der Leitwerte auf Basis berechneter Werte!
  - Invertieren Sie die Leitwertsortkurve und zeichnen Sie die Widerstandsortkurve!
  - Tragen Sie den Zeiger für  $f = 250\text{Hz}$  ein und bestimmen Sie  $R_r$  und  $X_{Lr}$  graphisch!
  - Kontrollieren Sie das Ergebnis mathematisch!
  - Wie ist eine zusätzliche Reiheninduktivität in der Impedanzortskurve zu berücksichtigen und wie verläuft diese qualitativ (Skizze)?

## 2 Versuchsdurchführung

### 1. Bestimmung der Ersatzkomponenten einer Spule

Ermitteln Sie für die Spule mit 1000 Windungen:

- den Gleichstromwiderstand durch Strom- Spannungs-Messung,
- den Blindwiderstand durch Strom- Spannungs-Messung bei  $f = 100\text{Hz}$  und  $f = 10\text{kHz}$ !

Bestimmen Sie die Induktivität der Spule

a) unter Vernachlässigung des Gleichstromwiderstandes mittels Näherung  $X_L = \frac{|U|}{|I|}$

b) unter Berücksichtigung des Gleichstromwiderstandes  $|Z| = \frac{|U|}{|I|}$

Stellen Sie die vier Ergebnisse tabellarisch gegenüber und diskutieren Sie die Ergebnisse!

### 2. R-L-Reihenschaltung

Bauen Sie eine Reihenschaltung mit  $R = 47\Omega$  und der Spule mit 1000 Wdg. auf. Realisieren Sie eine Konstantspannungsspeisung mit  $|U| = 2\text{V}$ !

- Messen Sie  $|I|$  und  $\varphi$  bei den angegebenen Frequenzen und berechnen Sie  $|Z|$ ! Tragen Sie die Werte in die Tabelle 1 ein!

f/Hz	U /V	I /mA	$\varphi$ °	Z /Ω	$X_L$ /Ω graphisch	$X_L$ /Ω berechnet	U <sub>R</sub>  /V	U <sub>L</sub>  /V
250	2							
500	2							
1000	2							

Tabelle 1

Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm der Widerstände!

- Ermitteln Sie aus diesem Diagramm graphisch  $X_L$  für alle drei Frequenzen! (Beachten Sie den Widerstand der Spule!)
- Kontrollieren Sie die Ergebnisse für  $X_L$  mathematisch!

Entwickeln Sie aus den ermittelten Werten das Zeigerdiagramm der Spannungen, wenn eine konstante Spannung mit  $|U| = 2\text{V}$  an der Schaltung anliegt!

- Bestimmen Sie graphisch  $|U_R|$  und  $|U_L|$  für alle drei Frequenzen!
- Tragen Sie alle Werte in Tabelle 1 ein!
- Auf welchen geometrischen Figuren verläuft die Zeigerspitze bei  $|U|$  und  $|Z|$ ?
- Wie würde die Spitze von  $|U|$  bei  $|I| = \text{const.}$  verlaufen? Begründen Sie Ihre Überlegungen!

### 3. R-C-Parallelschaltung

Bauen Sie eine Parallelschaltung mit  $R = 10\text{k}\Omega$  und  $C = 0,1\mu\text{F}$  auf!

Realisieren Sie eine Konstantspannungsspeisung mit  $|U| = 2\text{V}$ !

Messen Sie  $|I_R|$  und  $|I_C|$  bei den angegebenen Frequenzen und berechnen Sie  $G$  und  $|B_C|$ !

Tragen Sie die Werte in die Tabelle 2 ein!

f/Hz	U /V	I <sub>R</sub> /mA	I <sub>C</sub> /mA	G/μS	B <sub>C</sub> /μS	Z /Ω	φ/°
50	2						
100	2						
250	2						
500	2						

Tabelle 2

Zeichnen Sie die Ortskurve der Leitwerte für die angegebenen Frequenzen (mm-Papier, A4)!

Invertieren Sie die Ortskurve und bestimmen Sie  $|Z|$  und  $\varphi$  für die angegebenen Frequenzen!

Tragen Sie die Werte in die Tabelle 2 ein!

Ermitteln Sie graphisch  $R_T$  und  $X_{L_T}$  für  $f = 100\text{Hz}$ !

Kontrollieren Sie die Ergebnisse mathematisch! Vergleichen Sie die Ergebnisse!

### 4. Gemischte komplexe Schaltung

Schalten Sie die Spulen mit  $1000\text{Wdg.}$  und  $500\text{Wdg.}$  so zusammen, dass sich auf dem geschlossenen Eisenkern die maximale Induktivität ergibt!

- Ermitteln Sie messtechnisch die Induktivität  $L$  bei einer Frequenz von  $f = 1\text{kHz}$ !

- Berechnen Sie daraus  $X_L$  für die Frequenzen  $50\text{Hz}$ ,  $100\text{Hz}$ ,  $250\text{Hz}$  und  $500\text{Hz}$ .

- Tragen Sie die Werte für  $X_L$  in die Widerstands Ortskurve der R-C-Parallelschaltung ein, und

- zeichnen Sie den Verlauf der Ortskurve der Gesamtschaltung!

Schalten Sie die Induktivität in Reihe zur R-C-Parallelschaltung von  $R = 10\text{k}\Omega$  und  $C = 0,1\mu\text{F}$ !

Bestimmen Sie durch Messung für die Frequenzen  $50\text{Hz}$ ,  $100\text{Hz}$ ,  $250\text{Hz}$ ,  $500\text{Hz}$  und  $750\text{Hz}$  die Spannung  $|U|$ , den Strom  $|I|$  und den Phasenwinkel  $\varphi$  der Gesamtschaltung!

#### Hinweise:

- Zur Phasenmessung schalten Sie einen Widerstand von  $R = 1\text{k}\Omega$  in Reihe!

- Bestimmen Sie die Frequenz, bei der  $|Z|$  reell wird und tragen Sie diesen Wert auf der Abszisse ein!

- Verwenden Sie für die Ortskurve ein gesondertes Blatt!

- Beachten Sie das Vorzeichen des Phasenwinkels  $\varphi$ !

- Geben Sie die Grenzwerte für  $0\text{Hz} \leq f \leq \infty$  an und begründen Sie Ihre Aussagen!

- Ordnen Sie die Ergebnisse aus der Ortskurve in diese Überlegungen ein!