

Elektrotechnik 2

Laborübung 6: Einphasensysteme

Aufgabenstellung

Die Kenntnis des Theorieteils zur Laborübung 6 ist Voraussetzung für die positive Absolvierung der Laborübung. Tragen Sie die Rechen- und Messergebnisse in die dafür vorgesehenen Tabellen ein.

1 Berechnungen

Die Ergebnisse dieses Teils der Laborübung müssen Sie vorbereitet zur Laborübung mitbringen. Zur Verfügung stehen folgende Bauteile:

- Ohmscher Widerstand $R = 220 \Omega$
- Induktivität $L = 470 \mu\text{H}$
- Kapazität $C = 4,7 \text{ nF}$

Die Versorgungsspannung des Reihenschwingkreises beträgt 1 V.

Berechnen Sie die Eigenkreisfrequenz des ungedämpften Schwingkreises, den Verlustfaktor, den Dämpfungsgrad, die Resonanzschärfe (Gütefaktor) und schätzen Sie für die angegebene Versorgungsspannung den maximal zu erwartenden Strom ab.

Eigenkreisfrequenz des ungedämpften Schwingkreises	$\omega_0 = 672,82 \text{ k}_{\text{sec}}^{-1}$
Verlustfaktor	0,696
Dämpfungsgrad	0,348
Resonanzschärfe	1,44
maximaler Strom	4,545 mA

2 Simulation

Simulieren Sie die Schaltung nun mit PSpice. Dazu öffnen Sie das Programm *Schematics* und dort die Schaltung mit dem Namen *Reihenschwingkreis.sch*.
 Folgende Punkte sollen ausgeführt werden:

1. Vorbereitung zur Simulation:

- Überprüfen Sie die Richtigkeit der Bauteilwerte.
- Konfigurieren Sie die Analyseart AC Sweep.
 - Start Freq.: 10 kHz
 - End Freq.: 1 MHz
 - AC Sweep Type: Decade
- Starten Sie die Simulation.

2. Auswertung:

- Auswertung der Resonanzfrequenzen und Maximalwerte der Spannungen und des Stromes unter Verwendung der Funktion Cursor.

	Resonanzfrequenz	Maximalspannung
Widerstand	107 kHz	$U_R = 1 \text{ V}$
Induktivität	122,78 kHz	$U_L = 1,53 \text{ V}$
Kapazität	93,3 kHz	$U_C = 1,53 \text{ V}$

Maximaler Strom $I = \dots\dots\dots 4,54 \mu\text{A}$ bei $f = \dots\dots\dots 107 \text{ kHz}$

3 Messung

- Bauen Sie die Schaltung am Steckbrett auf. Verwenden Sie zur Versorgung der Schaltung den Frequenzgenerator. Überprüfen Sie den Aufbau gewissenhaft, um etwaige Fehler ausschließen zu können.
- Stellen Sie nun am Frequenzgenerator die im Kapitel 2 ermittelten Werte der Resonanzfrequenzen für U_R, U_L, U_C ein und messen Sie alle Spannungen mit dem Oszilloskop.

	eingestellte Frequenz	gemessene Spannung
Widerstand	107 kHz	960 mV
Induktivität	122,8 kHz	1,28 V
Kapazität	93,4 kHz	1,36 V

Hinweis: Stellen Sie durch Messung mit dem Oszilloskop sicher, dass die Eingangsspannung dem bei der Simulation gewählten Wert entspricht.

- Dokumentieren und interpretieren Sie eventuell vorkommende Abweichungen von der Simulation (wo könnte die Ursache liegen?).

Abweichungen durch Kapazitätstoleranzen & Widerstandsbehaftete Spule ($R_c \neq 0$)

4 Modifikation der Simulation

Simulieren Sie die unter die gemäß unten angeführten Punkten modifizierte Schaltung in PSpice noch einmal und beschreiben Sie jeweils die Veränderung und die Ursache für dieses Verhalten. Modifizieren Sie folgendermaßen:

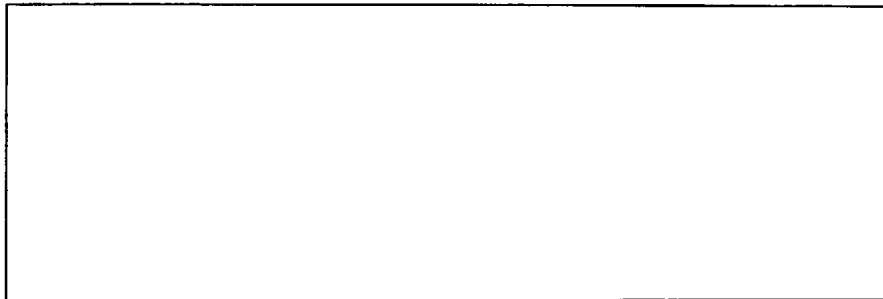
- Berücksichtigung des ohmschen Widerstandes der Induktivität. Dieser beträgt $\dots\dots\overset{8}{\Omega}$

	Resonanzfrequenz	Maximalspannung
Widerstand	107,2 kHz	$U_R = 9,16 \mu V$
Induktivität	126,7 kHz	$U_L = 1,43 V$
Kapazität	91,3 kHz	$U_C = 1,42 V$

- Berücksichtigung der Toleranz am ohmschen Widerstand (jeweils die beiden Extremwerte) und des ohmschen Widerstandes der Induktivität
Die Toleranz des Widerstandes beträgt: $\dots\dots\overset{5}{\%}$

Damit ergibt sich ein maximaler Widerstandswert von: Ω ²³¹
 Die ermittelten Werte aus PSpice sind

	Resonanzfrequenz	Maximalspannung
Widerstand	107,2 kHz	966,53 mV
Induktivität	125,6 kHz	1,43 V
Kapazität	91,3 kHz	1,43 V



und ein minimaler Widerstandswert von Ω ²⁰⁹ mit den Simulationsergebnissen

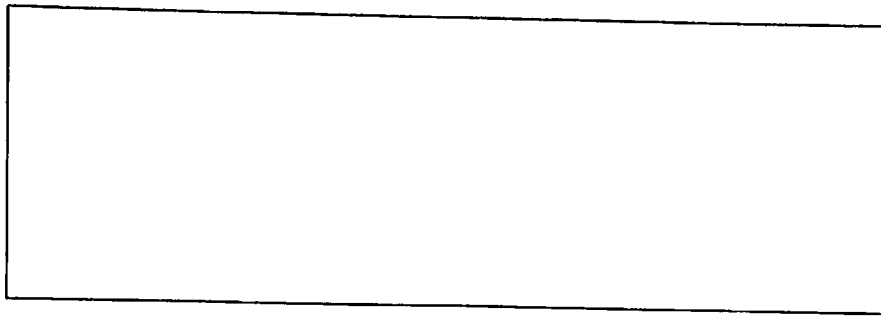
	Resonanzfrequenz	Maximalspannung
Widerstand	107,08 kHz	963,1 mV
Induktivität	122,78 kHz	1,55 V
Kapazität	94,5 kHz	1,55 V

5 Variation des ohmschen Widerstandes

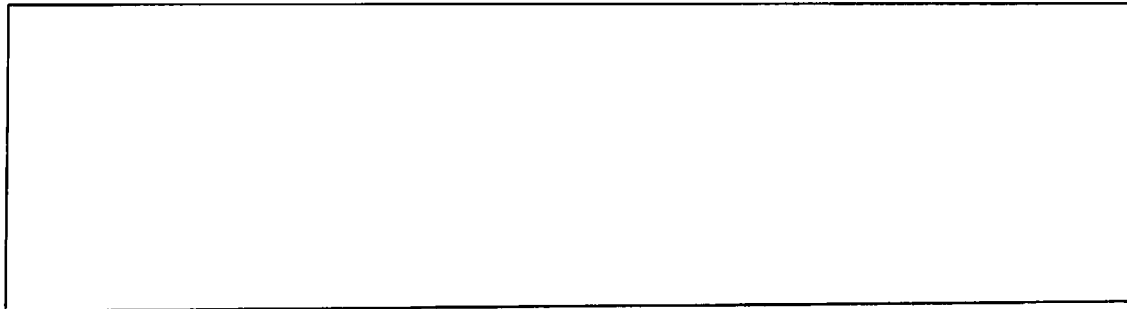
In diesem Übungsteil wird der ohmsche Widerstand ersetzt. Überlegen Sie schon vorher, welche Ergebnisse Sie erwarten.

- $R = 10\Omega$

Simulieren Sie die modifizierte Schaltung und halten Sie die Ergebnisse in der folgenden Tabelle fest.



		kleiner	gleich	größer
Widerstand	Resonanzfrequenz		X	
	maximale Spannung		X	
Induktivität	Resonanzfrequenz	X		
	maximale Spannung			X
Kapazität	Resonanzfrequenz			X
	maximale Spannung			X



	Resonanzfrequenz	Maximalspannung
Widerstand	107,08 kHz	1,0 V
Induktivität	107,08 kHz	31,6 V
Kapazität	107,08 kHz	31,6 V

- $R = 1 \text{ k}\Omega$

Halten Sie hier Ihre Vermutung für den gewählten Fall fest

		kleiner	gleich	größer
Widerstand	Resonanzfrequenz		X	
	maximale Spannung		X	
Induktivität	Resonanzfrequenz			X
	maximale Spannung	X		
Kapazität	Resonanzfrequenz	X		
	maximale Spannung	X		

und dokumentieren Sie die mittels PSpice ermittelten Werte.

	Resonanzfrequenz	Maximalspannung
Widerstand	107,08 kHz	1V
Induktivität	1 MHz	0,957V
Kapazität	1 kHz	0,967V

6 Variation der Kapazität und Frequenz

6.1 Variation der Kapazität

Das Ziel dieses Übungsteils ist es, Resonanzfrequenzen mittels Veränderung der Frequenz oder der Kapazität alleine durch Beobachtung der Spannungswerte am Oszilloskop zu ermitteln.

Sie sollen sich also mit der Empfindlichkeit des Schwingkreises beim Durchlaufen unterschiedlichster Frequenz- und Kapazitätsbereiche auseinandersetzen.

Ersetzen Sie dazu den 4,7 nF-Kondensator Ihrer Schaltung durch den Plattenkondensator. Entfernen Sie außerdem den Ohm'schen Widerstand.

- Warum erleichtert dies die Suche nach der Resonanzfrequenz?

Bessere Güte

Bei einem Plattenabstand von ca. 4mm liegt die Resonanzfrequenz der Kondensatorspannung zwischen 500kHz und 1MHz. Schränken Sie diesen groben Bereich durch Variation der Frequenz auf eine tatsächliche Resonanzfrequenz ein!

Tragen Sie die Frequenz ein:

Abstand	Resonanzfrequenz
4 mm	949,1 kHz

6.2 Variation der Frequenz

Verwenden Sie nun die **Kapazität als variablen Parameter**, in dem Sie bei einer festen Frequenz zwischen 650 kHz und 1 MHz die Kondensatorplatten solange verschieben, bis die Kondensatorspannung ein deutliches Maximum aufweist.

Lesen Sie diesen Plattenabstand ab!

Tragen Sie Ihre Werte in die Tabelle ein!

Weiters sollen Sie die Effektivwerte der Spannungen U_e und U_c am Oszilloskop ablesen und den Quotient $\frac{U_c}{U_e}$ bilden. Tragen Sie Ihre Ergebnisse in die Tabelle ein.

Tipp: Kondensatorplatten im Bereich zwischen 1mm-15mm bewegen!

Resonanzfrequenz	Plattenabstand	U_a / U_e
700 kHz	2 mm	50
600 kHz	1 mm	65
1 MHz	5 mm	65