

Der Reihenschwingkreis

In einem Reihenschwingkreis liegt dann Resonanz vor, wenn sich die Anteile der Induktivität und Kapazität am Gesamtwiderstand gegeneinander aufheben, so daß nur noch der rein ohmsche Anteil übrig bleibt. Die Resonanzfrequenz berechnet sich dann aus:

$$f_{res} = \frac{2\pi}{\sqrt{L \cdot C}}$$

Da die Frequenz bei uns durch die Netzfrequenz festliegt, müssen wir die Bauteile entsprechend wählen, so daß Resonanz bei dieser Frequenz auftritt. Als Bauteile stehen uns die Kondensatoren und Spulen aus dem Versuch 10 zur Verfügung, deren Werte wir bereits ermittelt haben. Die Kondensatoren liegen fest, veränderlich ist nur die Induktivität der Spulen, indem man einen Eisenkern einschiebt. Je größer die Einschubtiefe, desto höher ist die Induktivität. Nach dem Umstellen der obigen Formel erhalten wir:

$$L = \frac{1}{\omega^2 \cdot C}$$

Setzen wir unsere in Versuch 10 gefundenen Werte ein so erhalten wir

- für Kondensator A (16,16µF):

$$L = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz})^2 \cdot 16,16\mu\text{F}} = 0,627\text{H}$$

- für den Kondensator B (10,5µF):

$$L = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz})^2 \cdot 10,5\mu\text{F}} = 0,965\text{H}$$

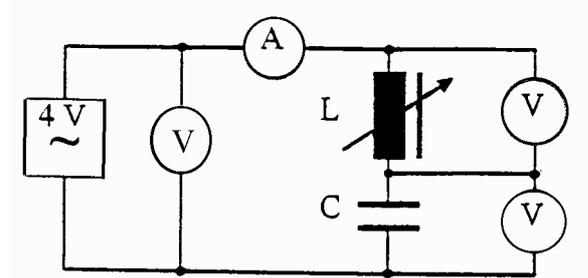
Um einen günstigen Verlauf von Strom und Spannung aufnehmen zu können, ist es sinnvoll, eine Spule zu wählen, deren Induktivität bei mittlerer Einschubtiefe der gesuchten entspricht. So kann man aus den Kurvenverläufen gut erkennen, wo der Resonanzfall vorliegt.

Beim Kondensator A wäre dies die Spule mit 1800 Wdg. bei ca. 4,5 cm Einschubtiefe.

Beim Kondensator B wäre dies die Spule mit 3600 Wdg. bei ca. 4 cm Einschubtiefe.

Versuchsdurchführung:

Wir bauen die Schaltung gemäß Plan auf. Anschließend schieben wir den Eisenkern Zentimeter für Zentimeter in die Spule und nehmen dabei die Meßwerte auf.

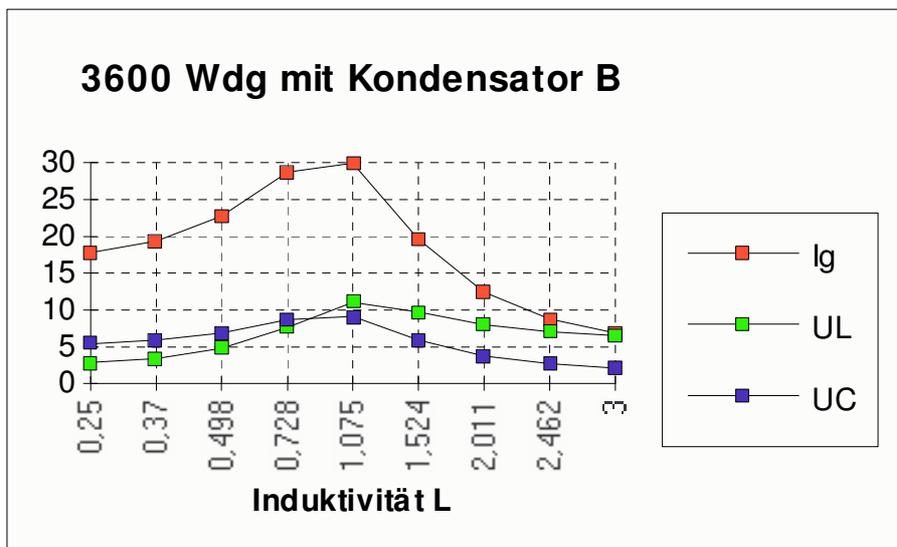


Dabei kamen folgende Geräte zum Einsatz:

Gerät	Hersteller / Typ	Inventarnummer
4 Multimeter	Voltcraft M 3610D	
Wechselspannungsquelle 4V	hera	020000093 (Tischnummer)
Spule	Phywe 3600/1800Wdg	
Kästchen mit Kondensatoren		

Dabei erhielten wir folgende Werte mit Kondensator B und Spule mit 3600 Wdg:

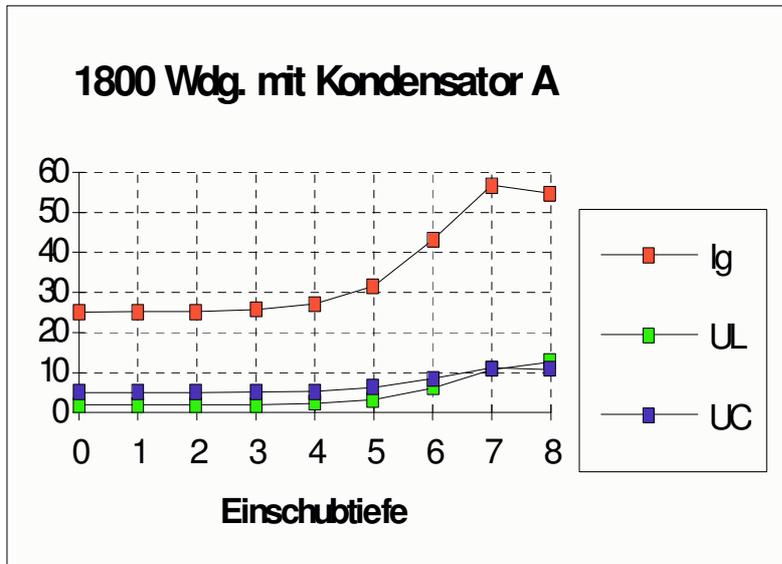
	A	B	C	D	E	F
1	Einschubtiefe	L	lg	UL	UC	U0
2	0	0,25	17,8	2,87	5,43	4,42
3	1	0,37	19,4	3,43	5,88	4,41
4	2	0,498	22,7	4,78	6,9	4,42
5	3	0,728	28,7	7,65	8,64	4,42
6	4	1,075	29,9	11,02	9,08	4,42
7	5	1,524	19,6	9,7	5,94	4,42
8	6	2,011	12,4	7,98	3,76	4,42
9	7	2,462	8,8	7,01	2,68	4,42
10	8	3	6,9	6,48	2,1	4,42
11	9		6	6,22	1,82	4,42



Wie schon zuvor berechnet liegt Resonanz bei 4 cm Einschubtiefe vor. Der Strom ist hier am größten, da als Widerstand nur noch der rein ohmsche Anteil wirkt.

Für die Kombination aus 1800 Wdg. und Kondensator A ergaben sich folgende Werte:

	A	B	C	D	E
1	Einschubtiefe	lg	UL	UC	U0
2	0	25,1	1,85	4,95	4,39
3	1	25,2	1,87	4,97	4,39
4	2	25,3	1,89	4,99	4,39
5	3	25,7	1,97	5,07	4,39
6	4	27,2	2,25	5,36	4,39
7	5	31,6	3,18	6,21	4,39
8	6	43,1	6,1	8,48	4,39
9	7	56,9	10,66	11,14	4,39
10	8	54,8	12,71	10,77	4,39



Hier liegt die Resonanz leider nicht an der zuvor berechneten Stelle. Der Grund liegt wahrscheinlich darin, daß wir die Induktivität der Spule im Versuch 10 nicht genau bestimmen konnten wegen gewisser Widrigkeiten, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Offensichtlich erreicht die Spule erst wesentlich später die berechnete Induktivität.

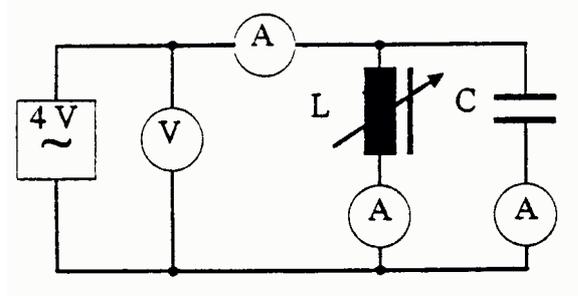
Da mit den gemessenen Größen nicht gerechnet wurde, sondern sie direkt die Ergebnisse darstellen, gelten die Fehlertoleranzen der Meßgeräte direkt als Fehlertoleranzen. Für den Gesamtstrom gilt eine Abweichung von:
 $0,2A * +/-0,018 = +/-3,6mA$
 Für die Spannungen:
 $20V * +/-0,008 = +/-0,16V$

Der Parallelschwingkreis

Die Resonanzfrequenz für den parallelen Schwingkreis berechnet sich genauso wie beim Reihenschwingkreis, weshalb wir wieder die gleichen Bauteilkombinationen verwenden können. Beim Parallelschwingkreis hat der Gesamtstrom, im Gegensatz zum Reihenschwingkreis, den niedrigsten Wert im Resonanzfall.

Versuchsdurchführung:

Zunächst bauen wir die Schaltung gemäß folgendem Plan auf:



Dabei kamen die gleichen Geräte zum Einsatz wie beim Reihenschwingkreis.

Auch bei diesem Versuch schoben wir den Eisenkern Zentimeterweise in die Spule, um deren Induktivität zu erhöhen. Dabei nahmen wir die Ströme auf und die Versorgungsspannung.

Folgende Werte sind dabei entstanden:

Einschubtiefe in cm	Induktivität L	U MB: 20V	I _g MB: 200mA	I _l MB: 200mA	I _c MB: 200µA
0	250 mH	4,39	27,1	27,1	29,9
1	370 mH	4,39	24	24,2	26,4
2	497 mH	4,4	20,6	20,6	22,7
3	728 mH	4,41	16,3	16,2	17,8
4	1,075 H	4,41	12	12	13,2
5	1,524 H	4,4	9	9	9,9
6	2,011 H	4,4	6,8	6,8	7,5
7	2,462 H	4,4	5,5	5,5	6
8		4,4	4,75	4,7	5,2
9		4,4	4,2	4,2	4,6

Wie man leicht erkennen kann, ist der Strom durch den Kondensator nur sehr gering, geringer als erwartet. Deshalb überprüften wir noch einmal den Aufbau, der jedoch korrekt war. Trotzdem tritt keine Resonanz auf und der Kondensatorstrom blieb äußerst gering. Die Werte lassen sich auch rechnerisch ermitteln, wobei sich dann das folgende ergibt.

$$Z_1 = R + j\omega L$$

$$Z_2 = \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_g = Z_1 \parallel Z_2$$

$$Z_g = \frac{(R + j\omega L) \cdot \frac{1}{j\omega C}}{(R + j\omega L) + \frac{1}{j\omega C}}$$

Mit den Werten der verwendeten Bauteile (R=141 Ohm, L=250mH, C=10,5µF) ergeben sich dann die folgenden Werte:

$$Z_1 = 141 + j78,5$$

$$Z_2 = -j303,306$$

$$Z_g = 184,2 - j9,621$$

$$I_g = \frac{U}{Z_g} = \frac{4,39}{184,2 - j9,621} = 0,02376 + j0,00124A = 0,0238 \cdot e^{j3^\circ}$$

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{4,39}{141 + j78,5} = 0,0238 - j0,0132 = 0,0272 \cdot e^{j29,1^\circ}$$

$$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{4,39}{-j303,306} = j0,01447 = 0,01447 \cdot e^{j90^\circ}$$

Der errechnete Strom durch die Spule stimmt mit dem gemessenen überein, durch den Kondensator hätten aber 14,4mA fließen müssen, was sich mit den Werten von denen die auch den Versuch durchgeführt haben deckt. Die Abweichungen sind nicht mehr durch eine Meßungenauigkeit zurückzuführen. Offensichtlich muß sich in unserem Kondensatorzweig noch ein recht großer Widerstand befunden haben. Möglicherweise haben wir eine Meßleitung verwendet die beschädigt war, oder ein Steckverbinder hatte keinen richtigen Kontakt (hoher Kontaktwiderstand). Vielleicht war aber auch das verwendete Multimeter defekt.