Physikpraktikum II

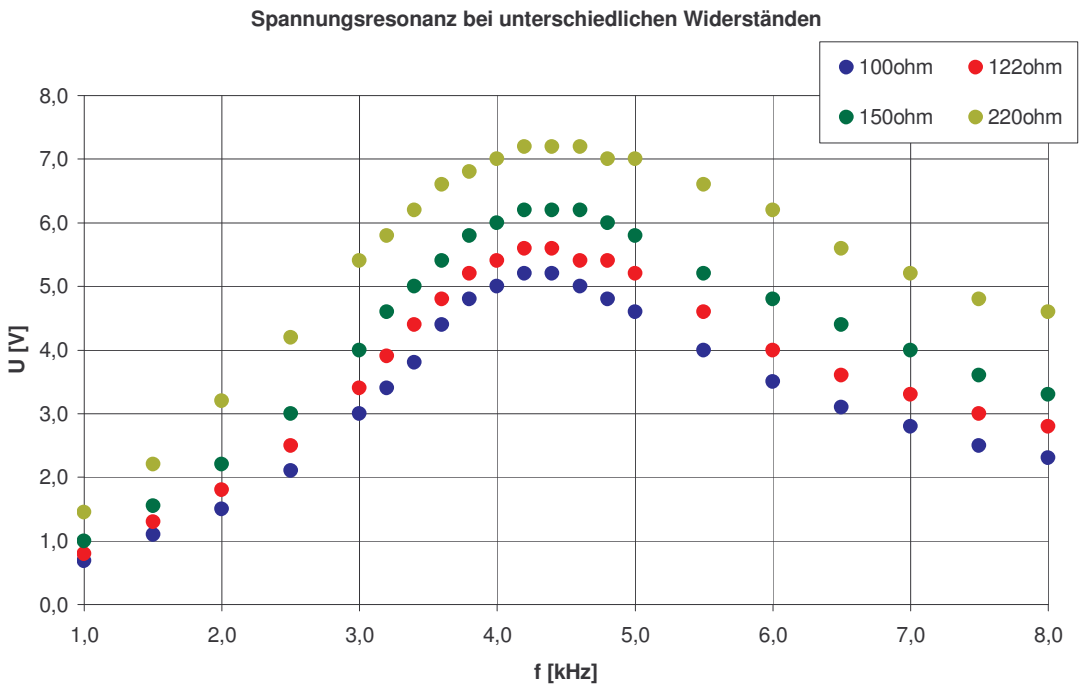
Versuch „Erzwungene elektromagnetische Schwingungen, Resonanz“

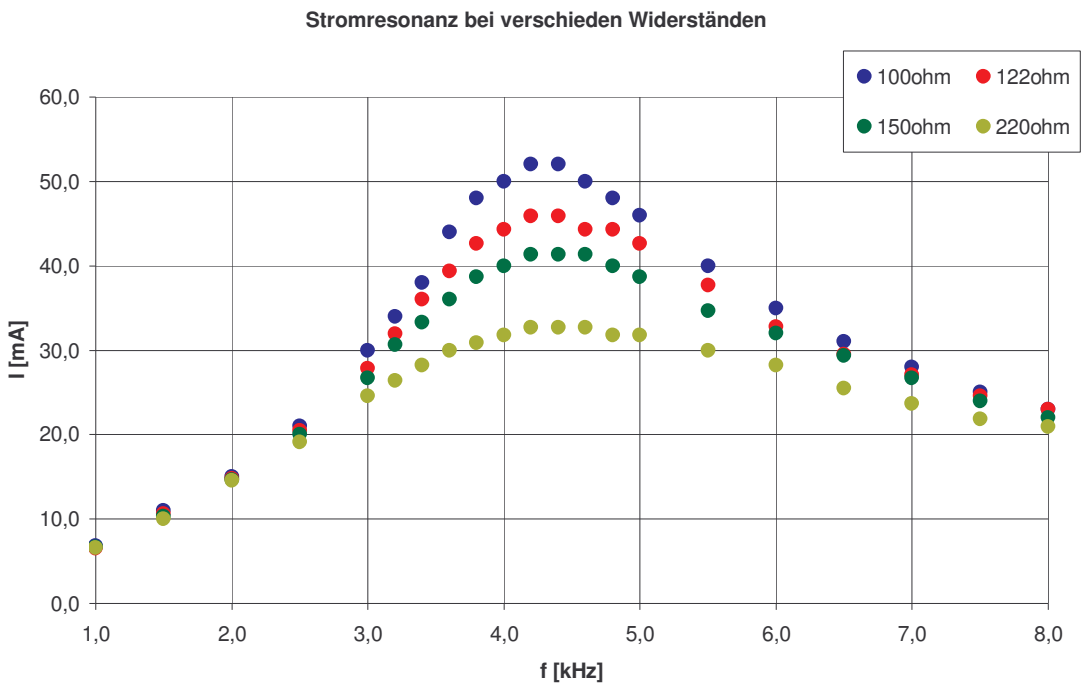
von

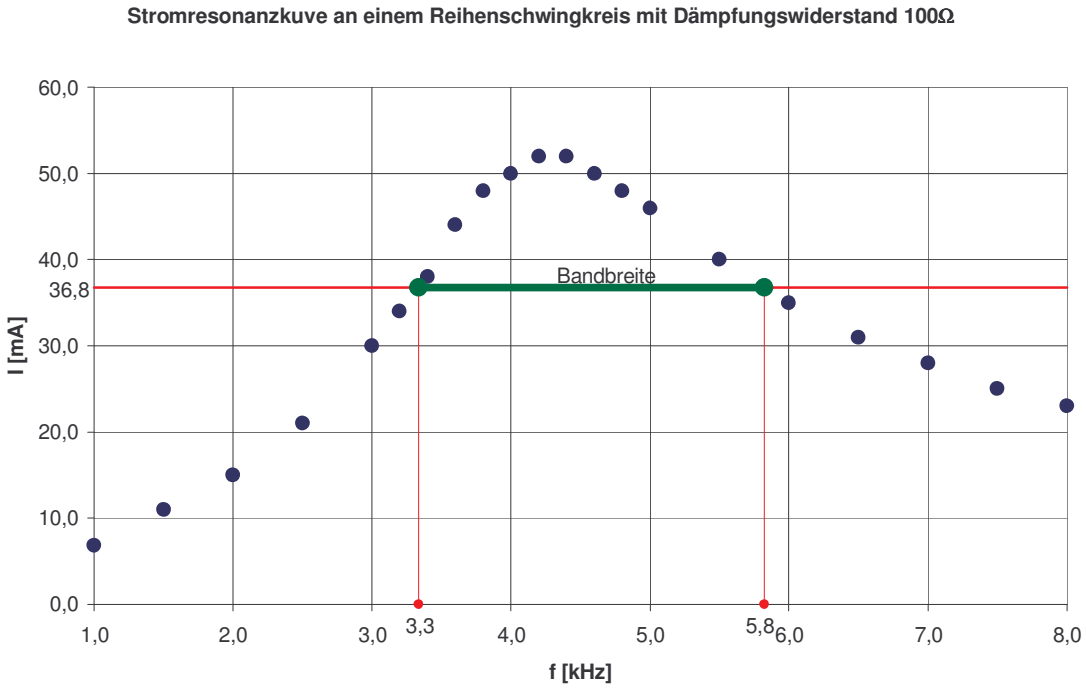
Roland Steffen
David Geib

1) Aufnahme der Resonanzkurve an einem elektrischen Reihenkreis

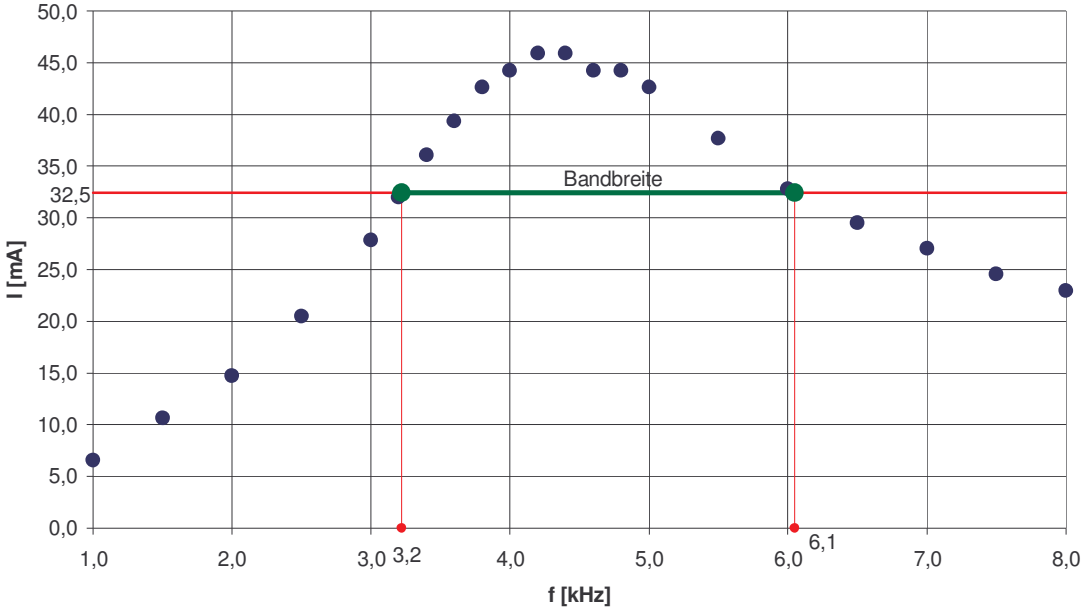
Wir haben einen Reihenschwingkreis aus einer Spule L = 10mH, einem Kondensator C = 100µF und einem Widerstand R = 100Ω, 122Ω, 150Ω bzw. 220Ω aufgebaut. Zum Anregen des Schwingkreises wurde eine Wechselspannung mit einer Amplitude von 10V benutzt, wobei die Frequenz im Bereich von f = 1kHz bis 8kHz variiert wurde. Bei der Messung wurde die Amplitude der Spannung über den verschieden Widerständen gemessen, was im Folgenden dargestellt wird.



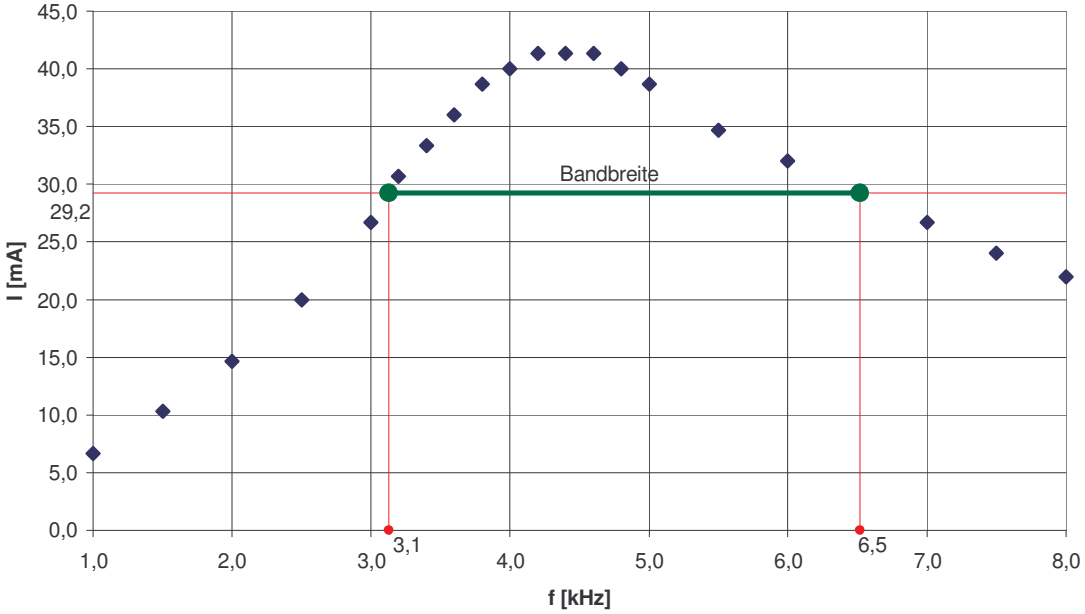

Stromresonanz bei verschieden Widerständen
100ohm
122ohm
150ohm
220ohm
I [mA]
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
1,0
2,0
3,0
4,0
5,0
6,0
7,0
8,0
f [kHz]


Stromresonanzkuve an einem Reihenschwingkreis mit Dämpfungswiderstand 100Ω
I [mA]
60,0
50,0
40,0
36,8
30,0
20,0
10,0
0,0
Bandbreite
1,0
2,0
3,0
3,3
4,0
5,0
5,8
6,0
7,0
8,0
f [kHz]

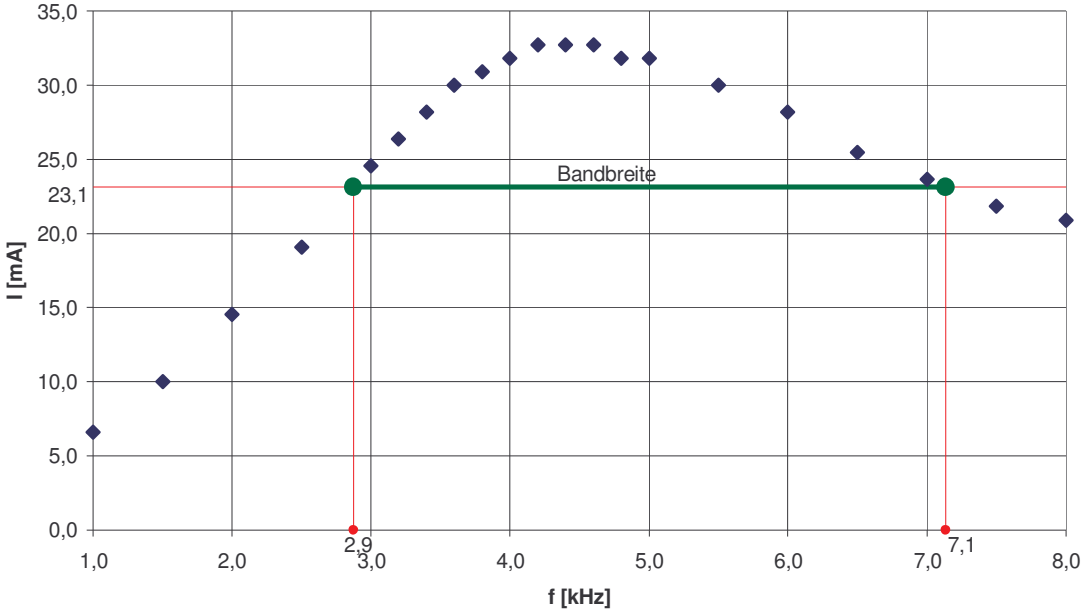
Stromresonanzkuve an einem Reihenschwingkreis mit Dämpfungswiderstand 122Ω



Stromresonanzkuve an einem Reihenschwingkreis mit Dämpfungswiderstand 150Ω



Stromresonanzkuve an einem Reihenschwingkreis mit Dämpfungswiderstand 220Ω



R →	100 Ω		122 Ω		150 Ω		220 Ω	
f [kHz]	U [V]	I [mA]	U [V]	I [mA]	U [V]	I [mA]	U [V]	I [mA]
1,0	0,7	6,8	0,8	6,6	1,0	6,7	1,5	6,6
1,5	1,1	11,0	1,3	10,7	1,6	10,3	2,2	10,0
2,0	1,5	15,0	1,8	14,8	2,2	14,7	3,2	14,5
2,5	2,1	21,0	2,5	20,5	3,0	20,0	4,2	19,1
3,0	3,0	30,0	3,4	27,9	4,0	26,7	5,4	24,5
3,2	3,4	34,0	3,9	32,0	4,6	30,7	5,8	26,4
3,4	3,8	38,0	4,4	36,1	5,0	33,3	6,2	28,2
3,6	4,4	44,0	4,8	39,3	5,4	36,0	6,6	30,0
3,8	4,8	48,0	5,2	42,6	5,8	38,7	6,8	30,9
4,0	5,0	50,0	5,4	44,3	6,0	40,0	7,0	31,8
4,2	5,2	52,0	5,6	45,9	6,2	41,3	7,2	32,7
4,4	5,2	52,0	5,6	45,9	6,2	41,3	7,2	32,7
4,6	5,0	50,0	5,4	44,3	6,2	41,3	7,2	32,7
4,8	4,8	48,0	5,4	44,3	6,0	40,0	7,0	31,8
5,0	4,6	46,0	5,2	42,6	5,8	38,7	7,0	31,8
5,5	4,0	40,0	4,6	37,7	5,2	34,7	6,6	30,0
6,0	3,5	35,0	4,0	32,8	4,8	32,0	6,2	28,2
6,5	3,1	31,0	3,6	29,5	4,4	29,3	5,6	25,5
7,0	2,8	28,0	3,3	27,0	4,0	26,7	5,2	23,6
7,5	2,5	25,0	3,0	24,6	3,6	24,0	4,8	21,8
8,0	2,3	23,0	2,8	23,0	3,3	22,0	4,6	20,9
$I_{max}/\sqrt{2}$ [mA]	*36,8*		*32,5*		*29,2*		*23,1*	
f_1 [kHz]	*3,3*		*3,2*		*3,1*		*2,9*	
f_2 [kHz]	*5,8*		*6,1*		*6,5*		*7,1*	
B [kHz]	*2,5*		*2,8*		*3,4*		*4,3*	
Q	*1,7*		*1,5*		*1,3*		*1,0*	
L [mH]	*10*		*10*		*10*		*10*	

C [nF]	100	100	100	100
$f_{r,\ berechnet}$ [kHz]	5,0329	5,0328	5,0328	5,0326
$f_{r,\ gemessen}$ [kHz]	4,3	4,4	4,4	4,4

Aus der obigen Tabelle ist zu erkennen, dass die Bandbreite mit steigendem Widerstand größer wird, die Resonanzfrequenz dagegen bleibt gleich. Die Abweichung der berechneten Resonanzfrequenz f_r von der gemessenen erklärt sich über die Bauteiltolleranzen und die ungenaue Messung.

2) Messung an einem gedämpften elektrischen Parallelkreis

Der Parallelschwingkreis bestand aus einem Kondensator C = 500pF, einer Spule L = 188µH und verschiedenen Widerständen R = ∞Ω,10Ω, 4.7Ω und 2.2Ω. Der Kondensator wurde über eine Gleichspannungsquelle aufgeladen und nach dem Aufladen über einen Schalter an den Schwingkreis angeschlossen. Der Schwingvorgang wurde auf dem Oszilloskop aufgezeichnet und anschließend ausgedruckt. Aus den Diagrammen wurden folgende Werte entnommen und berechnet.

	R [kΩ]	∞	10	4,7	2,2
aus Messergebnissen	q_n [V]	3,71	4,17	5,57	4,34
	q_{n+1} [V]	3,20	2,97	3,60	1,94
	T [µs]	1,18	2,16	2,14	2,18
	f [kHz]	847	463	467	459
	k	1,16	1,40	1,55	2,24
	Δ	0,15	0,34	0,44	0,81
	δ [1/s]	125323	157108	203954	369352
	$R_{virtuell}$ [kΩ]	13,03	5,68	4,42	2,41
theoretische Werte	L [µH]	188	188	188	188
	C [pF]	500	500	500	500
	f [kHz]	519	519	518	514
	δ [1/s]	0	100000	212766	454545
	Δ	0,00	0,19	0,41	0,88

Für die Messung mit R = ∞ ist offensichtlich ein Messfehler aufgetreten, da die gemessene Frequenz den doppelten Wert hat, als bei den anderen Messungen. Wahrscheinlich ist die Skalierung der Zeitachse des Ausdrucks falsch. Sonst beleibt die Resonanzfrequenz gleich, die Dämpfung spielt dabei noch keine Rolle. Das Dämpfungsverhältnis $k = q_n/q_{n+1}$ wird größer, je kleiner der Widerstand R wird. Der Abklingkoeffizient $\delta = \Delta/T = \ln(k)/T$ wird somit auch immer größer, wenn der Widerstand R kleiner wird.
Den virtuellen Widerstand des Schwingkreises wurde mit folgender Formel berechnet:

$$R = \sqrt{\frac{L}{C} \cdot \left(\frac{\pi^2}{\Delta^2} + 0{,}25 \right)}$$

Diese Formel wurde durch das einsetzen verschiedener Formeln in die Formel $\omega = \sqrt{\omega_0{}^2 - \delta^2}$ ermittelt.
Wir haben dabei Folgende Formeln eingesetzt und nach dem Widerstand umgestellt!

- $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$
- $\delta = \frac{1}{2 \cdot R \cdot C}$
- $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \Rightarrow 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{T} \Rightarrow 2 \cdot \pi \cdot \frac{\delta}{\Delta} \Rightarrow 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{2 \cdot \Delta \cdot R \cdot C}$