

Protokoll

Name: Niklas Schimpf
Seminargruppe: 5SE20-1
Mitarbeiter: Niclas Welz; Lorenzo Bardoux; Johanna Kirsch
Versuch: Parallelschwingkreis

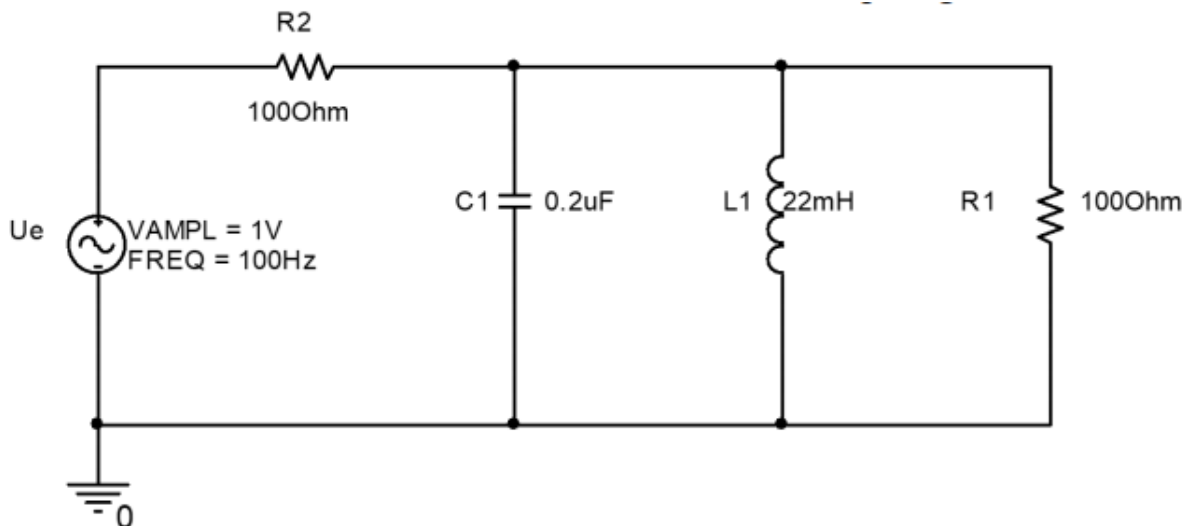
Aufgabe: Einfache passive Vierpole sind die Parallelschaltung von Widerstand und Kondensator, der Parallelschwingkreis und der Serienschwingkreis. Zur Bestimmung des Frequenzverhaltens des komplexen Widerstandes passiver Vierpole wird ein Sinusgenerator mit $\hat{u}_e = 1V$ im Frequenzbereich $f = 10Hz$ bis $100 kHz$ verwendet.

Planung des Experiments:

- Vertraut machen mit „Falstad“ (Simulationsprogramm)
- Erstellung der Schaltpläne
- Geräte (virtuell): Voltmeter, Amperemeter, Spannungsquellen (AC und DC), Verbindungskabel, Kondensator, Elektrolytkondensator, Widerstand
- Anfertigung von Messwerttabellen

1.Versuch: Resonanzfrequenz im Parallelschwingkreis

Versuchsanordnung:



Durchführung:

Als Erstes erfolgt der Aufbau des Stromkreises, die Konfiguration der Bauteile und die Einstellung des Oszillogramms. Die Frequenz wird manuell in einem Bereich von 10Hz bis 100 kHz eingestellt.

Die Bestimmung der Messpunkte erfolgt rechnerisch.

$$10 \text{ Hz} * x^{10} = 100 \text{ kHz}$$

$$x^{10} = \frac{100 \text{ kHz}}{10 \text{ Hz}} = 10000$$

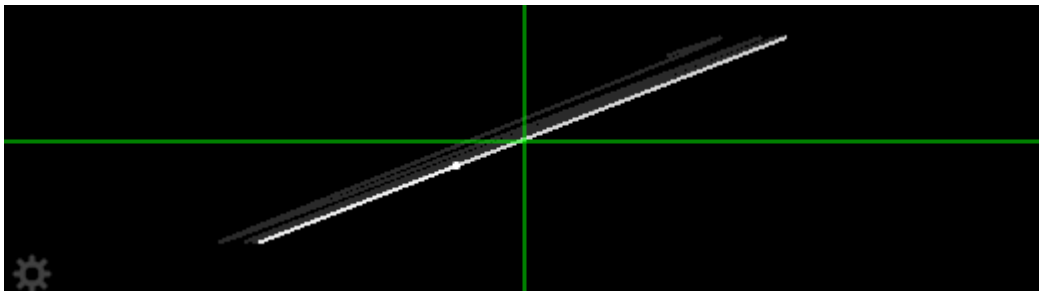
$$x = \sqrt[10]{10000} = 2,5$$

Daraus können nun die Messpunkte berechnet werden:

Messpunkt	Berechnung	Messwert
1.	10 Hz	10 Hz
2.	10 Hz * 2,5 = 25 Hz	25 Hz
3.	25 Hz * 2,5 = 62,5 Hz	62,5 Hz
...
4.	100 kHz	100 kHz

Graphische Bestimmung der Resonanzfrequenz f_0 :

Anhand der X-Y-Darstellung zwischen der anliegenden Spannung (Spannungsquelle) und der Spannung am Widerstand R_1 ergibt sich bei einer Frequenz von $f_0 \approx 2400 \text{ Hz}$ eine Gerade. Dies deutet daraufhin, dass es sich um die gesuchte Resonanzfrequenz handelt.



Rechnerische Bestimmung der Resonanzfrequenz:

$$f_0 = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{L * C}} \quad \text{mit } L = 22 \text{ mH} ; C = 0,2 \text{ } \mu\text{F}$$

$$f_0 \approx 2400 \text{ Hz}$$

Ermittlung der Phasenverschiebung $\Delta\varphi$:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\Delta\varphi}{360^\circ}$$

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} * 360^\circ \quad \text{mit } T = \frac{1}{f}$$

$$\Delta\varphi = 360^\circ * \Delta t * f$$

Messwerttabelle:

Messwerte der Spannung in Abhängigkeit der Frequenz:

R1 = 100 Ohm

f in Hz	Ue in mV	UR1 in mV
10,00	1000	13,82
25,00	1000	34,48
62,50	1000	85,19
156,25	1000	198,99
390,63	1000	371,37
976,56	1000	477,6
2441,41	1000	499,51
6103,52	1000	473,06
15258,79	1000	358,15
38146,97	1000	194,18
95367,43	1000	84,5
100000,00	1000	78,6

Messwerte um Resonanz		
f in Hz		UR1 in mV
1000	Start	
1200		487,7
1440		493,67
1728		497,48
2074		499,52
2488	Pike	
2986		498,9
3583		496,19
4300		491,56
5160		484,6
6192	Ende	

R1 = 470 Ohm

f in Hz	Ue in mV	UR1 in mV
10,00	1000	13,82
25,00	1000	34,53
62,50	1000	85,98
156,25	1000	209,83
390,63	1000	460,21
976,56	1000	734,66
2441,41	1000	824,53
6103,52	1000	727,12
15258,79	1000	448,31
38146,97	1000	202,1
95367,43	1000	81,41
100000,00	1000	79,22

Messwerte um Resonanz		
f in Hz		UR1 in mV
1000	Start	
1200		772,63
1440		797,04
1728		813,41
2074		822,39
2488	Pike	
2986		819,65
3583		807,8
4300		788,29
5160		760,49
6192	Ende	

$$R1 = 2,2 \text{ k}\Omega$$

f in Hz	Ue in mV	UR1 in mV
10,00	1000	13,82
25,00	1000	34,54
62,50	1000	86,1
156,25	1000	211,53
390,63	1000	480,82
976,56	1000	823,38
2441,41	1000	956,47
6103,52	1000	812,85
15258,79	1000	466,75
38146,97	1000	204,58
95367,43	1000	83,16
100000,00	1000	79,319

Messwerte um Resonanz		
f in Hz		UR1 in mV
1000	Start	
1200		877,96
1440		914,29
1728		939,24
2074		953,14
2488	Pike	
2986		948,88
3583		930,62
4300		901,14
5160		860,25
6192	Ende	

Phasenverschiebungswinkel:

$$R1 = 100 \text{ }\Omega$$

t1 (U) in ms	t2 (I) in ms	Delta t in ms	Delta t in s	Frequenz in Hz	Tabelle mit R=100Ω
120,985	121,201	0,216	0,000216	10,00	0,7776
327,772	327,977	0,205	0,000205	25,00	1,8450
120,985	121,201	0,216	0,000216	62,50	4,8600
31,435	31,619	0,184	0,000184	156,25	10,3500
607,986	608,159	0,173	0,000173	250,00	15,5700
4,136	4,272	0,136	0,000136	390,63	19,1250
5,117	5,217	0,1	1E-04	550,00	19,8000
610,342	610,414	0,072	7,2E-05	700,00	18,1440
20,732	20,778	0,046	4,6E-05	976,56	16,1719
1,2	1,226	0,026	0,000026	1250,00	11,7000
1,713	1,72	0,007	7E-06	2000,00	5,0400
		0	0	2441,41	0,0000
3,967	3,964	-0,003	-3E-06	3000,00	-3,2400
4,094	4,087	-0,007	-7E-06	4000,00	-10,0800
4,196	4,19	-0,006	-6E-06	5000,00	-10,8000
542,238	542,233	-0,005	-5E-06	6103,52	-10,9863
4,326	4,32	-0,006	-6E-06	8000,00	-17,2800
4,478	4,472	-0,006	-6E-06	10000,00	-21,6000
4,58	4,577	-0,003	-3E-06	15258,79	-16,4795
573,695	573,694	-0,001	-1E-06	38146,97	-13,7329

$R1 = 470 \text{ Ohm}$

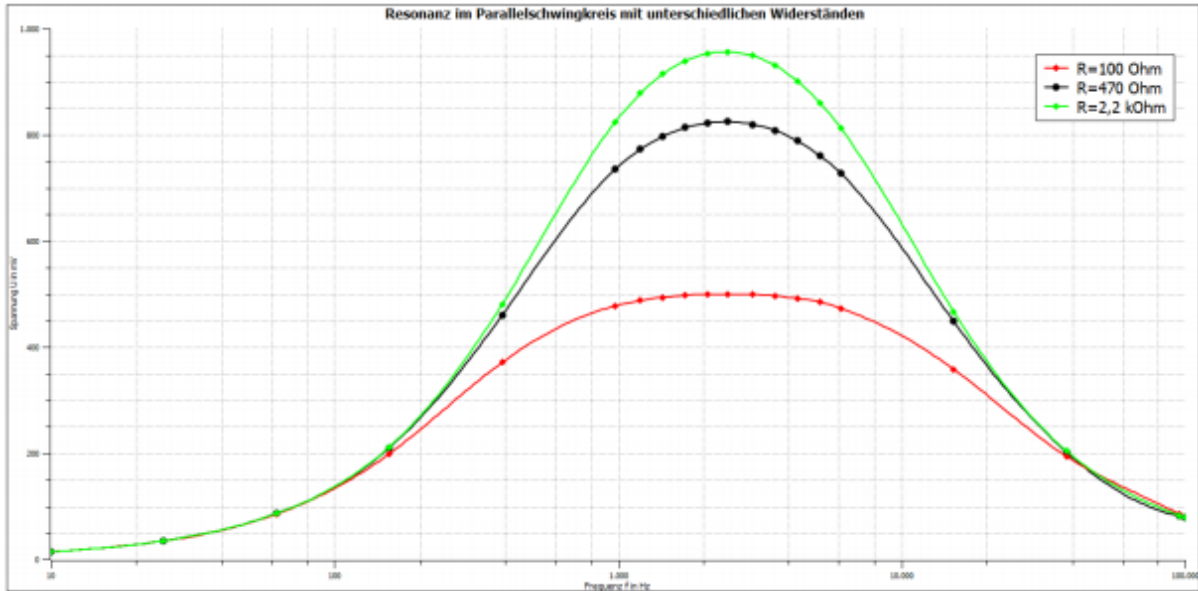
t1 (U) in ms	t2 (I) in ms	Delta t in ms	Delta t in s	Frequenz in Hz	Tabelle mit R=470Ω
300,038	300,242	0,204	0,000204	10	0,7344
		0	0	25	0
		0	0	62,5	0
6,404	6,619	0,215	0,000215	156,25	12,09375
		0	0	250	0
378,249	378,438	0,189	0,000189	390,625	26,578125
		0	0	550	0
370,784	370,937	0,153	0,000153	700	38,556
370,131	370,259	0,128	0,000128	976,5625	45
368,309	368,411	0,102	0,000102	1250	45,9
366,274	366,304	0,03	3E-05	2000	21,6
365,783	365,78	-0,003	-3E-06	2441,40625	-2,63671875
365,375	365,348	-0,027	-2,7E-05	3000	-29,16
365,048	365,02	-0,028	-2,8E-05	4000	-40,32
364,677	364,653	-0,024	-2,4E-05	5000	-43,2
94,189	94,169	-0,02	-2E-05	6103,515625	-43,9453125
93,618	93,604	-0,014	-1,4E-05	8000	-40,32
93,496	93,486	-0,01	-1E-05	10000	-36
93,347	93,343	-0,004	-4E-06	15258,78906	-21,97265625
93,187	93,186	-0,001	-1E-06	38146,97266	-13,73291016

$R1 = 2,2 \text{ kOhm}$

t1 (U) in ms	t2 (I) in ms	Delta t in ms	Delta t in s	Frequenz in Hz	Tabelle mit R=2200Ω
450,071	450,276	0,205	0,000205	10	0,738
8,073	8,29	0,217	0,000217	62,5	4,8825
571,622	571,839	0,217	0,000217	156,25	12,20625
580,978	581,182	0,204	0,000204	390,625	28,6875
671,346	671,526	0,18	0,00018	700	45,36
659,513	659,67	0,157	0,000157	976,5625	55,1953125
679,522	679,663	0,141	0,000141	1250	63,45
1,252	1,338	0,086	8,6E-05	2000	61,92
21,594	21,653	0,059	5,9E-05	2200	46,728
12,3	12,286	-0,014	-1,4E-05	2441,40625	-12,3046875
19,373	19,325	-0,048	-4,8E-05	2600	-44,928
19,571	19,513	-0,058	-5,8E-05	3000	-62,64
18,592	18,547	-0,045	-4,5E-05	4000	-64,8
14,607	14,582	-0,025	-2,5E-05	6103,515625	-54,93164062
16,083	16,067	-0,016	-1,6E-05	8000	-46,08
16,254	16,248	-0,006	-6E-06	15258,78906	-32,95898438
16,695	16,694	-0,001	-1E-06	38146,97266	-13,73291016

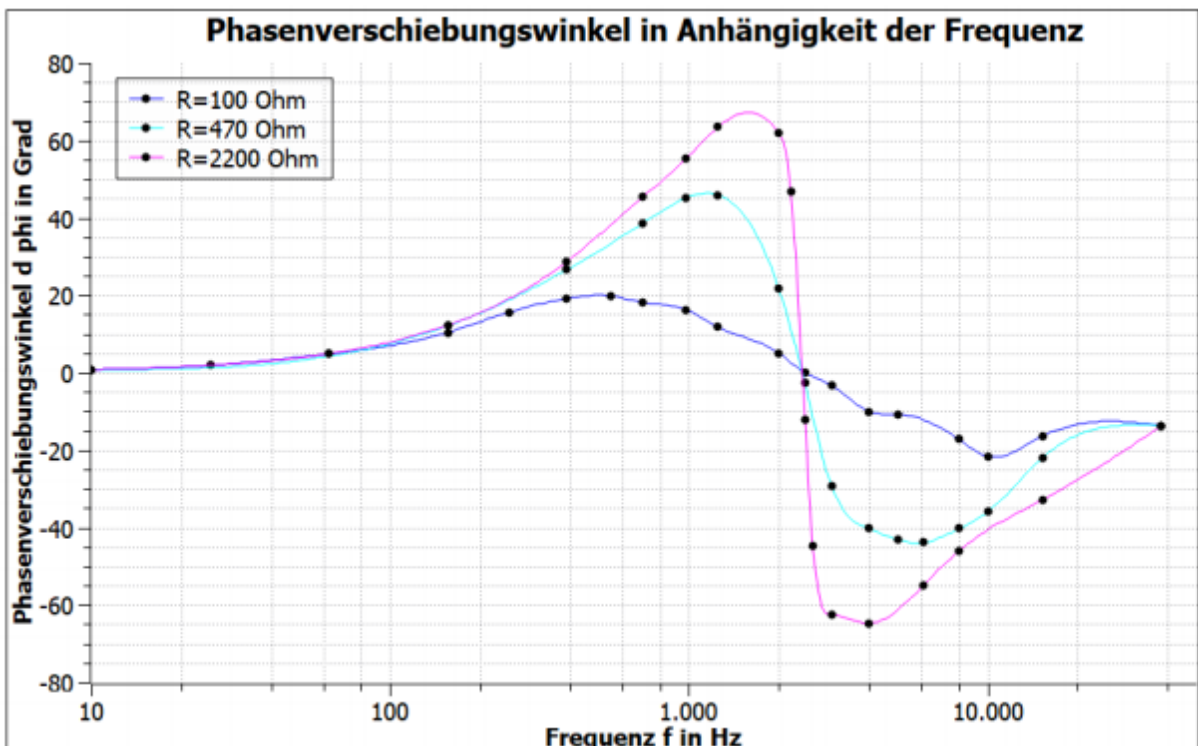
Auswertung:

Graphische Auswertung:



Der Graph, auf dem sich die Messwerte befinden, entspricht einer Glockenform und besitzt ein Maximum bei 2400Hz. Diese Frequenz wird als Resonanzfrequenz bezeichnet. Zudem kann man dem Diagramm entnehmen, dass mit zunehmendem Widerstand die Messwerte der Spannungen größer werden.

Graphische Auswertung des Phasenverschiebungswinkels:



Ab dem Wert 1700Hz bis 3000Hz fällt der Graph. In diesem Abschnitt ist das stärkste Gefälle bei etwa 2400Hz. Im weiteren Verlauf steigt der Graph anfangs stark, später flacht er ab. Allerdings gibt es Unterschiede zwischen den einzelnen Kurven. Während sich die Messwerte der 2200Ω Kurve zu einem nahezu gleichmäßigen Graph verbinden lassen, kann der Graph der Messwerte mit dem 100Ω-Widerstand nur erahnt werden.

Rechnerische Ermittlung der Bandbreiten:

Gesucht: $b_{r1}; b_{r2}; b_{r3}$

Gegeben:

$$b_r = \frac{1}{2 * \pi * R * C}$$

$$R_1 = 100\Omega$$

$$R_2 = 470\Omega$$

$$R_3 = 2,2 \text{ k}\Omega$$

Rechnung:

$$b_{r1} = \frac{1}{2 * \pi * R * C} = \frac{1}{2 * \pi * 100\Omega * 2 * 10^{-7}F} = 7958 \text{ Hz}$$

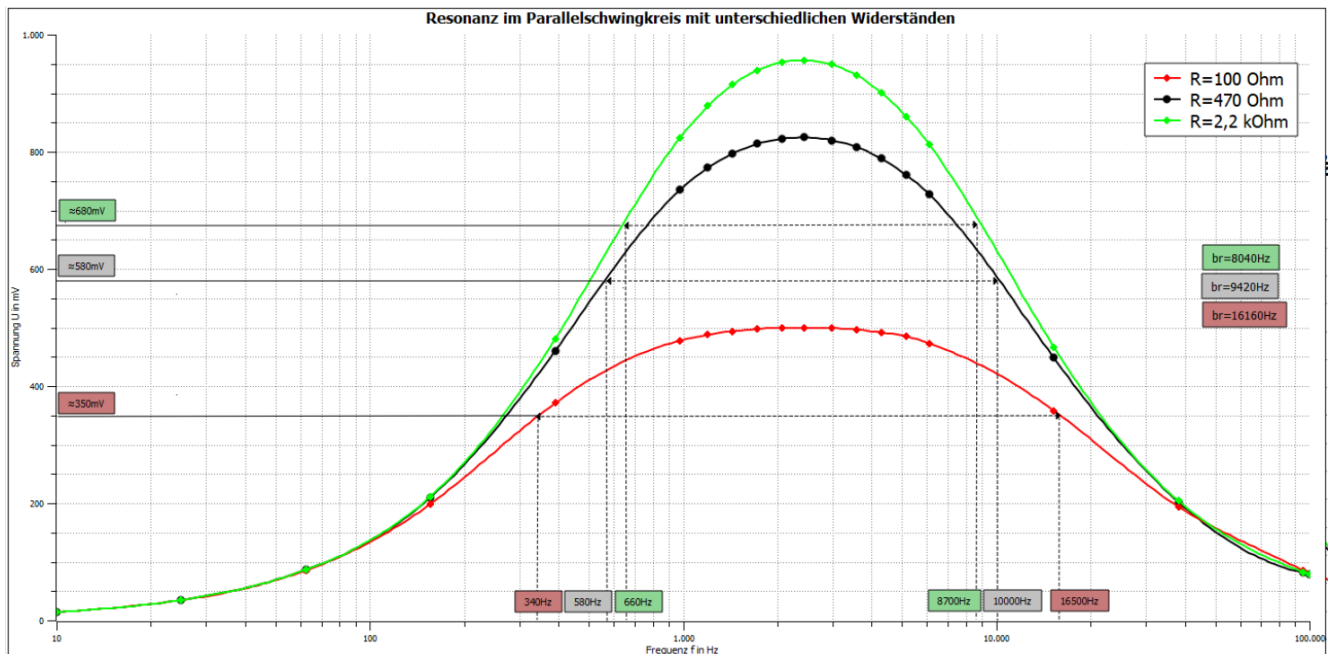
$$b_{r2} = \frac{1}{2 * \pi * R * C} = \frac{1}{2 * \pi * 470\Omega * 2 * 10^{-7}F} = 1693 \text{ Hz}$$

$$b_{r3} = \frac{1}{2 * \pi * R * C} = \frac{1}{2 * \pi * 2200\Omega * 2 * 10^{-7}F} = 362 \text{ Hz}$$

Mit dem Schwingkreis können Spannungsspitzen gefiltert/ gedämpft werden.

Graphische Ermittlung der Bandbreiten:

$$\hat{U} = \frac{1}{\sqrt{2}} * U_{max} \approx 0,707 * U_{max}$$



Fehlerbetrachtung

Mögliche Lesefehler, die auf menschliche Faktoren zurückzuführen sind, müssen im Messwert berücksichtigt werden. Die in Falstad-Simulationen mit einer Computermaus automatisch generierten Daten können ablesbare Ungenauigkeiten unterliegen. Abhängig vom eingestellten Zeitraum kann die Ungenauigkeit der Zeit im erforderlichen Zeitintervall abgelesen werden, sodass der relevante Messwert nur grob angenommen werden kann. Die Messgeräte in der Umgebung, in der das Experiment (Messung) durchgeführt wird oder die Fehler- und Interferenzfaktoren in den Messgeräten können ignoriert werden. Diese sind in der Simulation ideale Messgeräte und Messmittel, welche sich in einer perfekten Umgebung befinden.