



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Elektrotechnische Grundlagen der Informatik (LU 182.085)

Protokoll der 2. Laborübung: “Transiente Vorgänge und Frequenzverhalten”

Gruppennr.: 14 Datum der Laborübung: 19.4.2010

Matr. Nr.	Kennzahl	Name
0326077	033535	Bernhard Froemel
0326266	033535	Karoline Knoth

Kontrolle	✓
Verhalten eines Filters 1. Ordnung	
Verhalten eines RL-Filters	
Dynamisches System 2. Ordnung	

Inhaltsverzeichnis

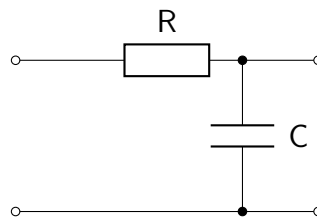
1	Vorbereitung zur Übung	3
1.1	Simulation des Verhaltens eines Filters 1. Ordnung	3
1.1.1	Aufgabenstellung	3
1.1.2	Sprungantwort	3
1.1.3	Bode Diagramm	4
1.2	Simulation des Verhaltens eines RL-Filters	4
1.2.1	Aufgabenstellung	4
1.2.2	Sprungantwort	4
1.2.3	Bode Diagramm	5
1.3	Simulation eines Dynamischen Systems 2. Ordnung	6
1.3.1	Aufgabenstellung	6
1.3.2	Bode Diagramme	6
2	Verhalten eines Filters 1. Ordnung	7
2.1	Aufgabenstellung	7
2.2	Alternativer Schaltplan	8
2.3	Sprungantwort	8
2.4	Grenzfrequenz	8
2.5	Bode Diagramm	8
3	Verhalten eines RL-Filters	9
3.1	Aufgabenstellung	9
3.2	Sprungantwort	9
3.3	Grenzfrequenz	10
3.4	Bode Diagramm	10
3.5	PN - Diagramm	11
4	Dynamisches System 2. Ordnung	12
4.1	Aufgabenstellung	12
4.2	Resonanzfrequenz	12
4.3	Bode Diagramme	12

1 Vorbereitung zur Übung

1.1 Simulation des Verhaltens eines Filters 1. Ordnung

1.1.1 Aufgabenstellung

Bauen Sie die Schaltung 4 mit $R = 22\text{k}\Omega$ und $C = 10\text{nF}$ auf und simulieren Sie das Verhalten des Systems mit LTSpice.



Schaltplan 1: Tiefpass

1.1.2 Sprungantwort

$$\tau = R \cdot C = 22 \cdot 10^3 \Omega \cdot 10^{-8} \text{F} = 0,22 \text{ms} \quad (1)$$

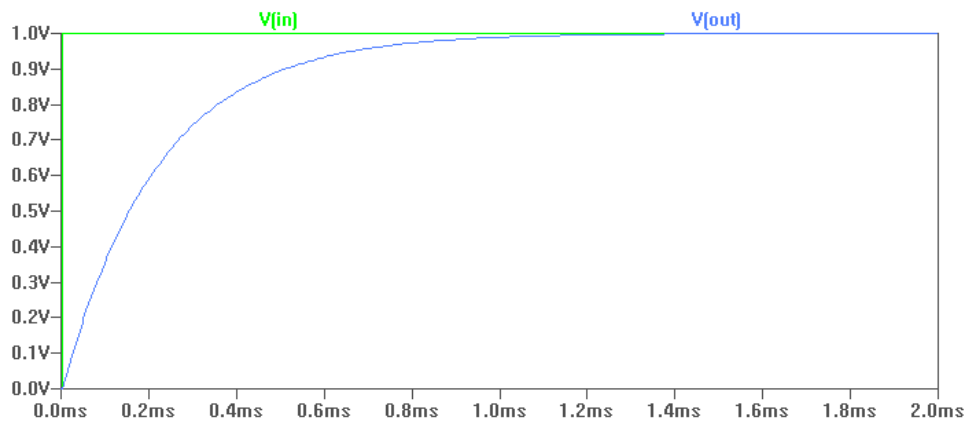


Diagramm 1: Sprungantwort Tiefpaß

1.1.3 Bode Diagramm

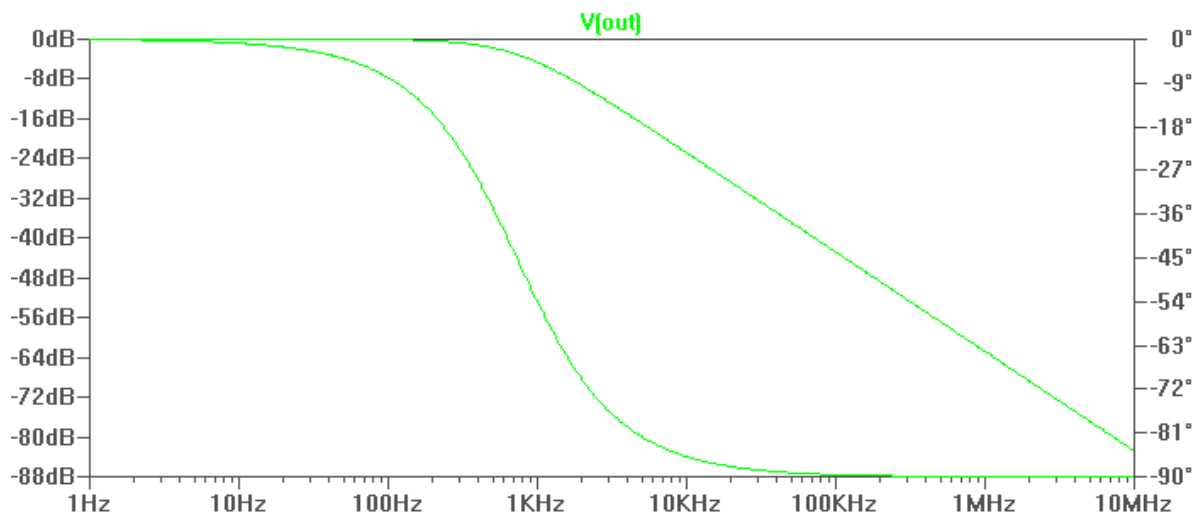
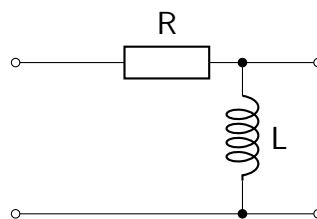


Diagramm 2: Bode Diagramm Tiefpaß

1.2 Simulation des Verhaltens eines RL-Filters

1.2.1 Aufgabenstellung

Bauen Sie die Schaltung 6 mit $R = 120\Omega$ und $L = 100\mu\text{H}$ auf und simulieren Sie die Sprungantwort und den Amplituden- und Phasengang des Systems.



Schaltplan 2: RL-Filter

1.2.2 Sprungantwort

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{100 * 10^{-6} \text{H}}{120\Omega} = 0,83\mu\text{s} \quad (2)$$

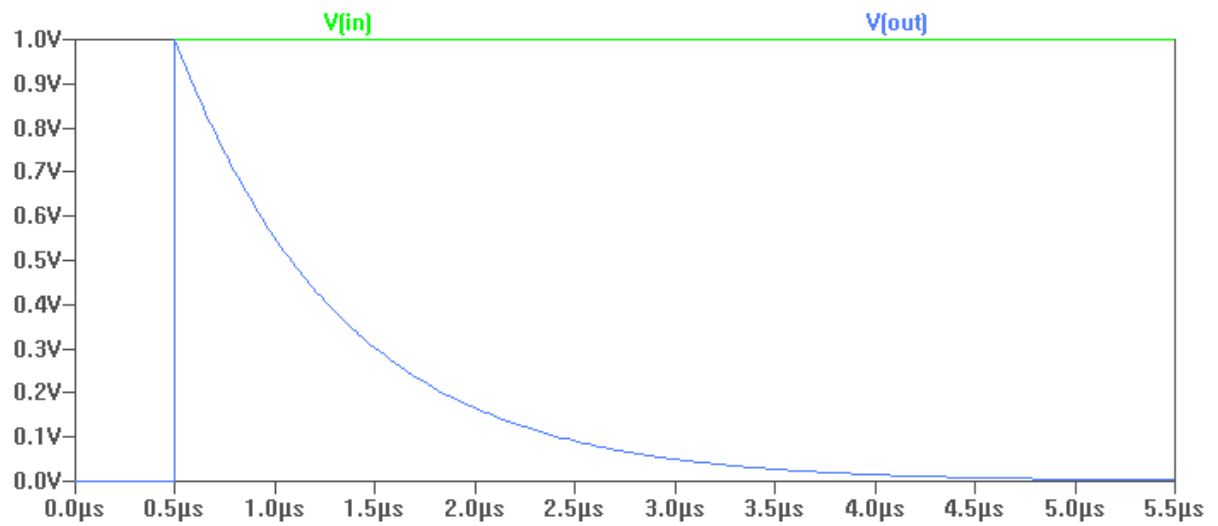


Diagramm 3: Sprungantwort RL-Filter

1.2.3 Bode Diagramm

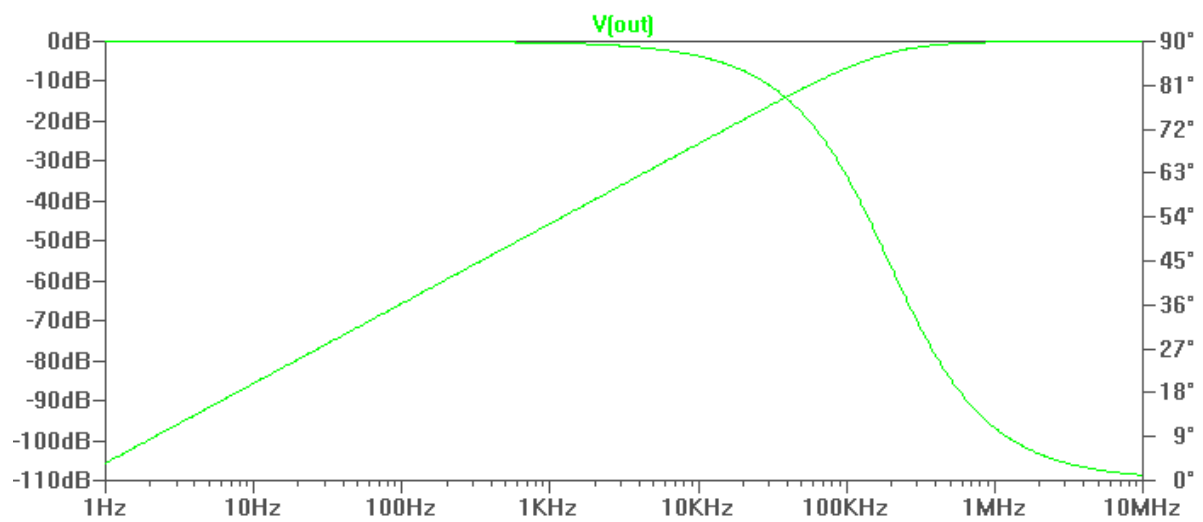
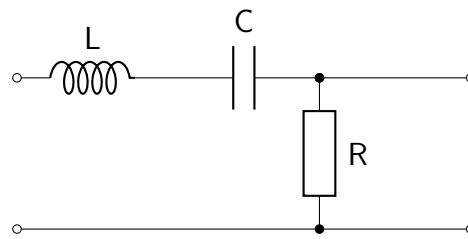


Diagramm 4: Bode Diagramm RL-Filter

1.3 Simulation eines Dynamischen Systems 2. Ordnung

1.3.1 Aufgabenstellung

Bauen Sie die Schaltung 7 mit $L = 100\mu\text{H}$ und $C = 10\text{nF}$ auf und simulieren Sie den Amplituden- und Phasengang des Systems mit den Werten 10Ω , 220Ω und $10\text{k}\Omega$ für R .



Schaltplan 3: System 2. Ordnung

1.3.2 Bode Diagramme

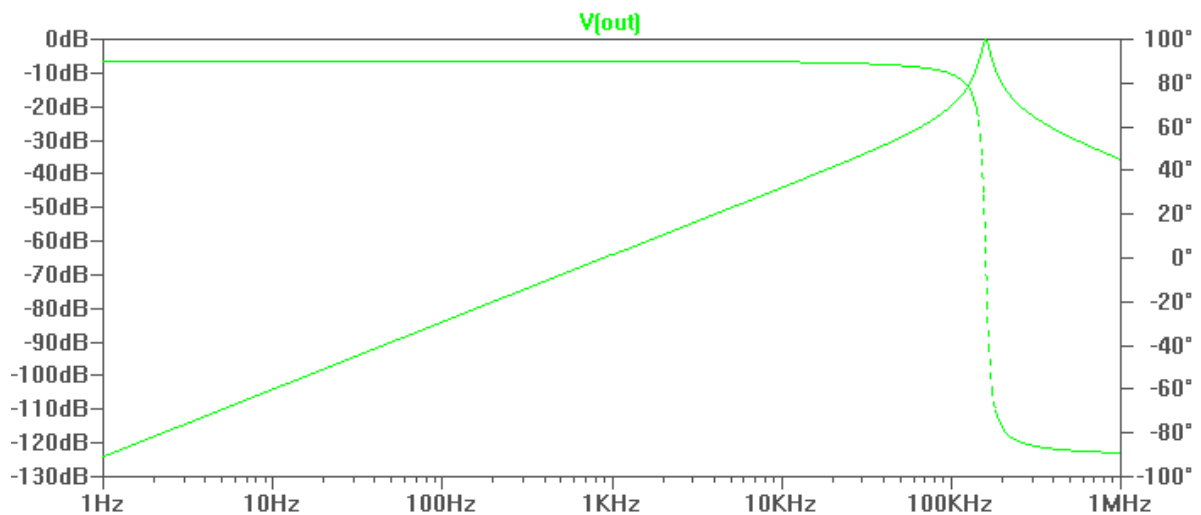


Diagramm 5: Bode Diagramm 10Ω

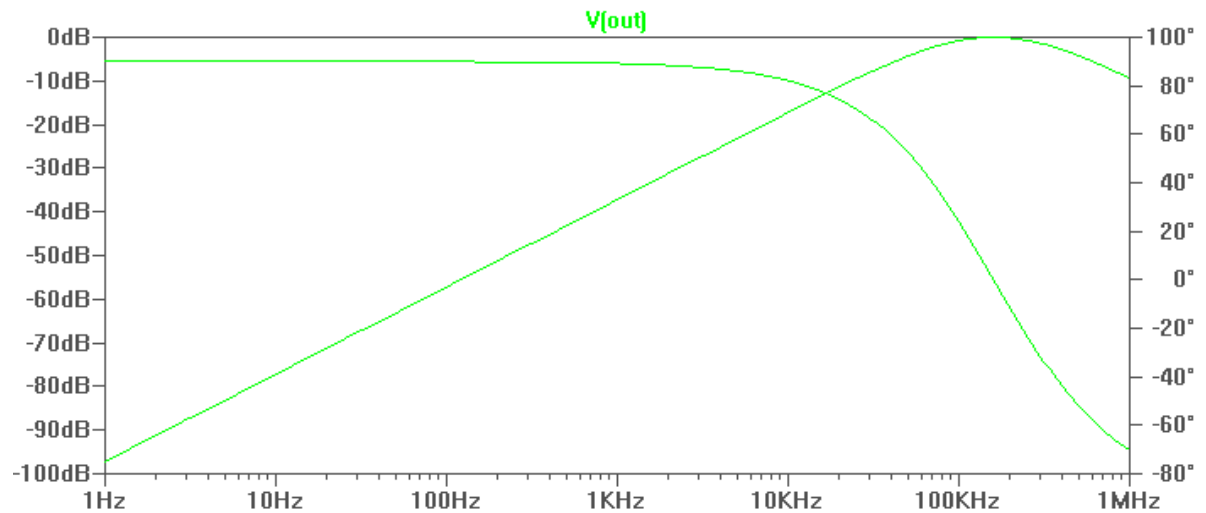


Diagramm 6: Bode Diagramm 220Ω

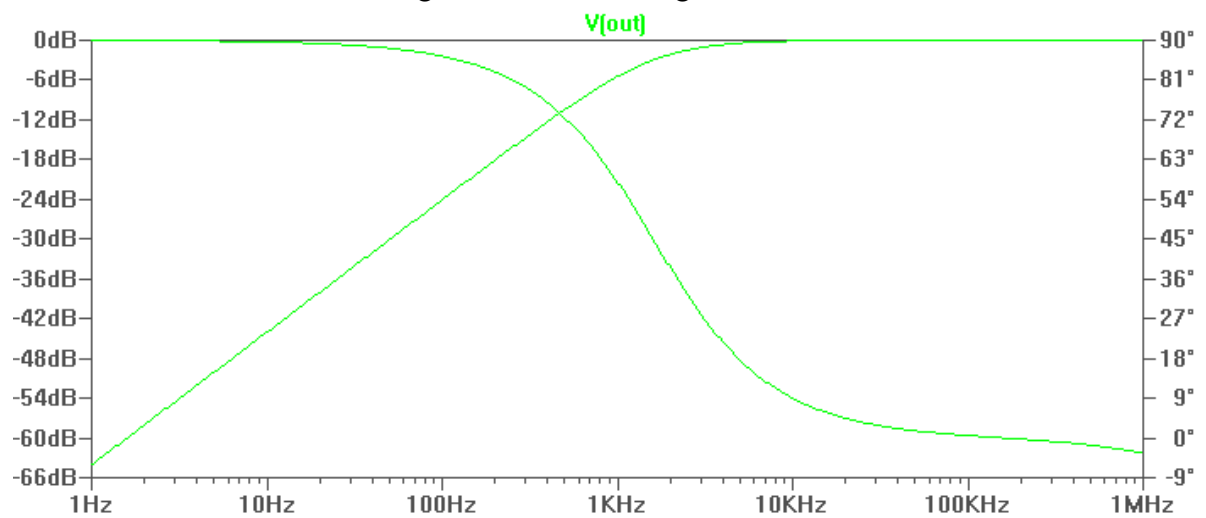
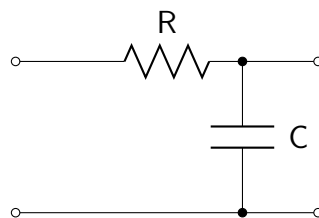


Diagramm 7: Bode Diagramm $10k\Omega$

2 Verhalten eines Filters 1. Ordnung

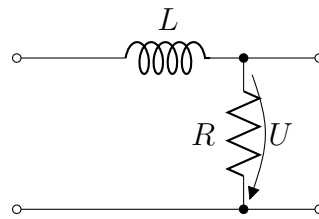
2.1 Aufgabenstellung

Realisieren Sie am Experimentierboard die Schaltung aus 4 mit $R = 22\text{ k}\Omega$ und $C = 10\mu\text{F}$.



Schaltplan 4: RC - Tiefpaß

2.2 Alternativer Schaltplan



Schaltplan 5: RL - Tiefpaß

2.3 Sprungantwort

$$\tau = R * C = 22 * 10^3 \Omega * 10^{-8} \text{F} = 0,22 \text{ms} \quad (3)$$



Diagramm 8: Sprungantwort Tiefpaß

2.4 Grenzfrequenz

$$f_g = \frac{1}{2\pi * R * C} = 723,8 \text{Hz} \quad (4)$$

2.5 Bode Diagramm

Frequenz	350Hz	450Hz	550Hz	650Hz	750Hz	850Hz	950Hz	1.05kHz
U_{Ein}	2.16 [V]	2.16 [V]	2.16 [V]	2.16 [V]	2.13 [V]	2.13 [V]	2.13[V]	2.13 [V]
U_{Aus}	1.94 [V]	1.80 [V]	1.7 [V]	1.6 [V]	1.5 [V]	1.42 [V]	1.33 [V]	1.26 [V]
Phasenverschiebung	23°		35°				49°	

Tabelle 1: RC-Filter, Messergebnis Teil 1

Diagramm 9: Bode Diagramm Tiefpaß

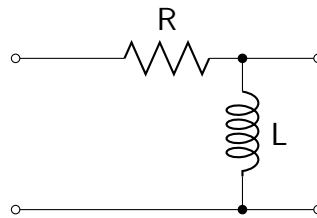
Frequenz	2kHz	4kHz	6kHz	8 kHz	10kHz	20kHz
U_{Ein}	2.13 [V]	2.13 [V]	2.13 [V]	2.13 [V]	2.13 [V]	2.13 [V]
U_{Aus}	0.8 [V]	0.47 [V]	0.28 [V]	0.22 [V]	0.18 [V]	0.10 [V]
Phasenverschiebung	66°	75°	80°			85°

Tabelle 2: RC-Filter, Messergebnis, Teil 2

3 Verhalten eines RL-Filters

3.1 Aufgabenstellung

Realisieren Sie am Experimentierboard die Schaltung 6 mit $R = 120\Omega$ und $L = 100\mu\text{H}$.



Schaltplan 6: RL-Filter

3.2 Sprungantwort

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{100 * 10^{-6} \text{H}}{120\Omega} = 0,83\mu\text{s} \quad (5)$$

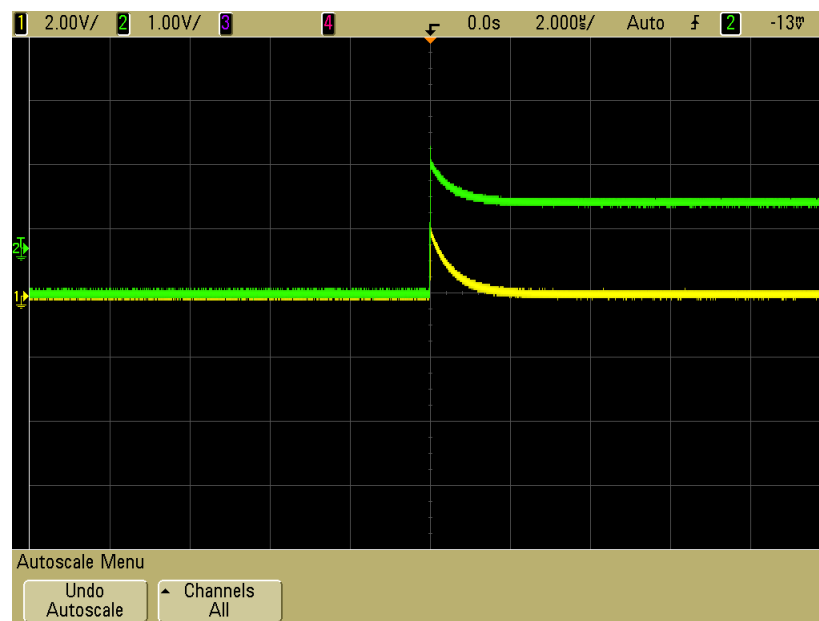


Diagramm 10: Sprungantwort RL-Filter

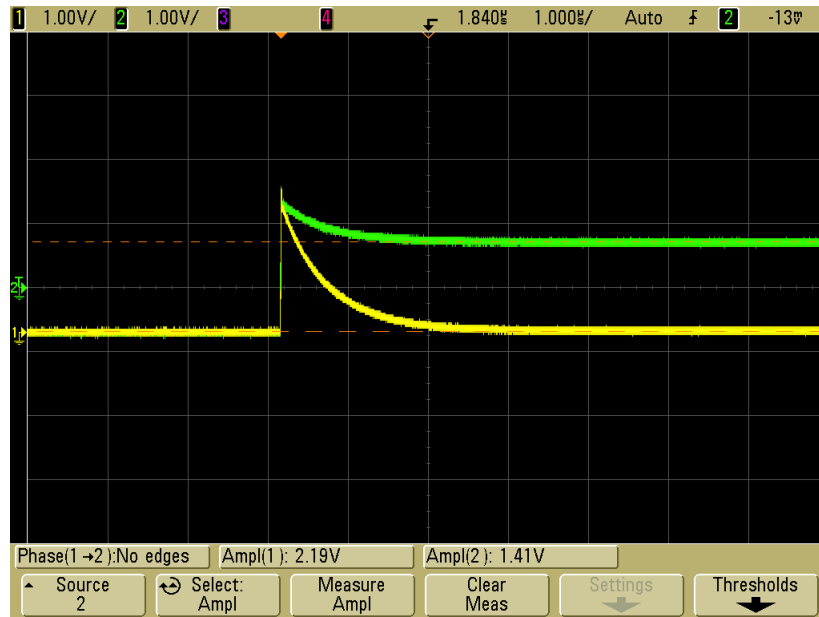


Diagramm 11: Sprungantwort RL-Filter, Nahaufnahme

3.3 Grenzfrequenz

$$f_g = \frac{R}{2\pi * L} = 191\text{kHz} \quad (6)$$

3.4 Bode Diagramm

Frequenz	100Hz	1kHz	10kHz	100kHz	120kHz	140kHz	160kHz	180kHz
U_{Ein}	1.52 [V]	1.52 [V]	1.5 [V]	1.56 [V]	1.59 [V]	1.63 [V]	1.65 [V]	1.69 [V]
U_{Aus}	25 [mV]	80 [mV]	145 [mV]	750 [mV]	860 [mV]	980 [mV]	1.08 [V]	1.15 [V]
Phasenverschiebung			63°			50°		

Tabelle 3: RL-Filter, Messergebnis Teil 1

Frequenz	190kHz	200kHz	220kHz	240kHz	300kHz	400kHz	500kHz	600kHz
U_{Ein}	1.7 [V]	1.71 [V]	1.74 [V]	1.76 [V]	1.84 [V]	1.94 [V]	1.99 [V]	2.0 [V]
U_{Aus}	1.2 [V]	1.24 [V]	1.30 [V]	1.38 [V]	1.52 [V]	1.68 [V]	1.80 [V]	1.86 [V]
Phasenverschiebung	46°		43°			28°		20°

Tabelle 4: RL-Filter, Messergebnis Teil 2

Frequenz	700kHz	800kHz	900kHz	1MHz	10MHz
U_{Ein}	2.03 [V]	2.06 [V]	2.06 [V]	2.06 [V]	2.21 [V]
U_{Aus}	1.90 [V]	1.94 [V]	1.99 [V]	2.00 [V]	2.17 [V]
Phasenverschiebung		16°			5°

Tabelle 5: RL-Filter, Messergebnis Teil 3

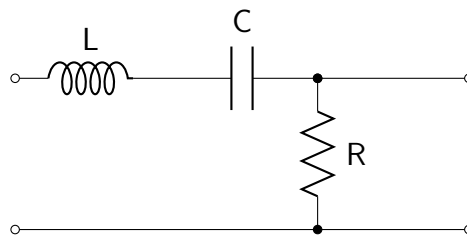
Diagramm 12: Bode Diagramm RL-Filter

3.5 PN - Diagramm

Diagramm 13: PN- Diagramm des RL-Filters

4 Dynamisches System 2. Ordnung

4.1 Aufgabenstellung



Schaltplan 7: System 2. Ordnung

4.2 Resonanzfrequenz

$$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 159,669\text{kHz} \quad (7)$$

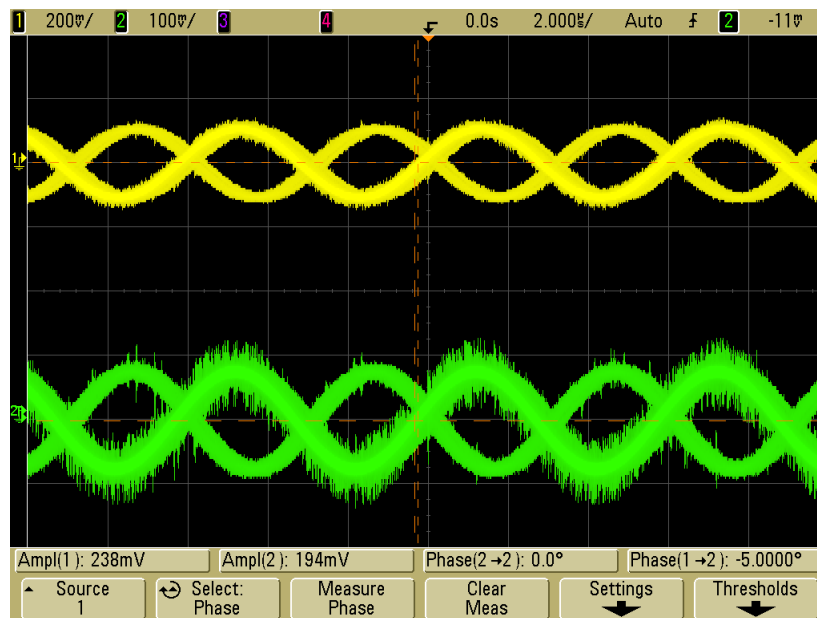


Diagramm 14: Resonanzfrequenz

4.3 Bode Diagramme

Diagramm 15: Bode Diagramm 10Ω

Diagramm 16: Bode Diagramm 220Ω

Diagramm 17: Bode Diagramm $10\text{k}\Omega$

	Frequenz	70kHz	90kHz	120kHz	140kHz	160kHz	165kHz	180kHz	200kHz	240kHz
$R_1 = 10\Omega$	U_{Ein}	1.03 [V]	0.97 [V]	0.8 [V]	0.6 [V]	0.32 [V]	0.238 [V]	0.33 [V]	0.56 [V]	0.82 [V]
	U_{Aus}	0.1 [V]	0.1 [V]	0.13 [V]	0.16 [V]	0.18 [V]	0.195 [V]	0.190 [V]	0.16 [V]	0.13 [V]
	Phasenverschiebung	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
$R_1 = 220\Omega$	U_{Ein}	1.06 [V]	1.06 [V]	1.06 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]
	U_{Aus}	1.06 [V]	1.06 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]
	Phasenverschiebung	2°	2°	3°	2°	2°	2°	3°	2°	2°
$R_1 = 1k\Omega$	U_{Ein}	0.95 [V]	0.91 [V]	0.885 [V]	0.87 [V]	0.861 [V]	0.860 [V]	0.87 [V]	0.89 [V]	0.89 [V]
	U_{Aus}	0.67 [V]	0.74 [V]	0.835 [V]	0.86 [V]	0.861 [V]	0.860 [V]	0.89 [V]	0.85 [V]	0.83 [V]
	Phasenverschiebung	-42°	-31°	-15°	-8°	-1°	0°	4°	10°	22°

Tabelle 6: Dynamisches System 2. Ordnung, Messergebnis Teil 1

	Frequenz	260kHz	280kHz	1MHz	2MHz	4MHz	6MHz	7MHz	9MHz	10MHz
$R_1 = 10\Omega$	U_{Ein}	0.89 [V]	0.92 [V]	?? [V]	?? [V]	?? [V]	?? [V]	?? [V]	?? [V]	?? [V]
	U_{Aus}	0.11 [V]	0.099 [V]	?? [V]	?? [V]	?? [V]	?? [V]	?? [V]	?? [V]	?? [V]
	Phasenverschiebung	0°	0°	??°	??°	??°	??°	??°	??°	??°
$R_1 = 220\Omega$	U_{Ein}	1.05 [V]	1.05 [V]	1.02 [V]	1.04 [V]	1.05 [V]	1.08 [V]	1.08 [V]	?? [V]	?? [V]
	U_{Aus}	1.05 [V]	1.05 [V]	0.337 [V]	0.177 [V]	0.08 [V]	0.04 [V]	0.024 [V]	?? [V]	?? [V]
	Phasenverschiebung	3°	2°	72°	85°	92°	??°	??°	??°	??°
$R_1 = 1k\Omega$	U_{Ein}	0.89 [V]	0.90 [V]	1.05 [V]	1.05 [V]	1.02 [V]	1.07 [V]	1.08 [V]	1.08 [V]	1.08 [V]
	U_{Aus}	0.81 [V]	0.80 [V]	1.11 [V]	0.33 [V]	0.26 [V]	0.28 [V]	0.10 [V]	0.08 [V]	0.11 [V]
	Phasenverschiebung	28°	29°	5°	13°	118°	162°	160°	0°	-1°

Tabelle 7: Dynamisches System 2. Ordnung, Messergebnis Teil 2