



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Elektrotechnische Grundlagen der Informatik (LU 182.692)

Protokoll der 2. Laborübung: "Filter" "Transiente Vorgänge und Frequenzverhalten" b) Messungen

Gruppennr.: 22 Datum der Laborübung: 19.05.2017

Matr. Nr.	Kennzahl	Name
1614835	033 535	Jan Nausner
1633068	033 535	David Pernerstorfer

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

Contents

1	Messung des Verhaltens eines RC-Filters 1. Ordnung	3
2	Messung des Verhaltens eines RL-Filters 1. Ordnung	3
3	Messung des Verhaltens eines dynamischen Systems 2. Ordnung	3

Materialien

- Oszilloskop: Agilent InfiniiVision MSO-X 3054A
- Frequenzgenerator: Agilent 33220A
- Multimeter: Amprobe 37XR-A

1 Messung des Verhaltens eines RC-Filters 1. Ordnung

1.1 Aufgabenstellung

1.2 Schaltplan

1.3 Durchführung

1.4 Ergebnis & Diskussion

2 Messung des Verhaltens eines RL-Filters 1. Ordnung

2.1 Aufgabenstellung

2.2 Schaltplan

2.3 Durchführung

2.4 Ergebnis & Diskussion

3 Messung des Verhaltens eines dynamischen Systems 2. Ordnung

3.1 Aufgabenstellung

Die Sprungantwort sowie das Frequenzverhalten eines RLC-Systems 2. Ordnung soll untersucht werden.

3.2 Schaltplan

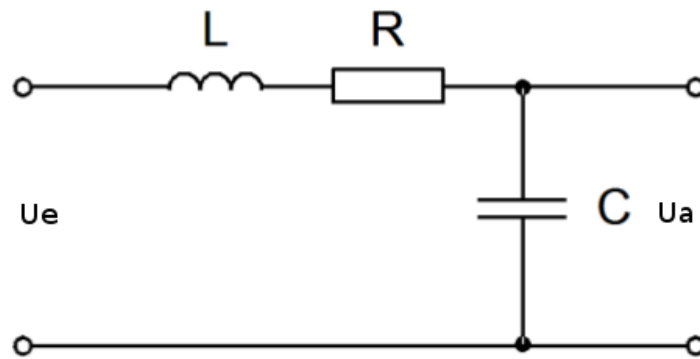


Figure 1: RLC-System 2.Ordnung

3.3 Durchführung

Die Schaltung wurde gemäß Schaltplan mit den Bauteilwerten $L = 1\text{mH}$, $C = 100\text{nF}$ und $R = 22\Omega$ aufgebaut. Um die Sprungantwort des Systems mit dem Oszilloskop aufzuzeichnen, wurde als Eingangssignal eine periodische Rechteckschwingung mit $1V_{pp}$, Offset $0,5V$ und Frequenz $2,5\text{kHz}$ (Periodendauer $400\mu\text{s}$) angelegt. Weiters wurde das Frequenz- bzw. Dämpfungsverhalten des Systems mit einem Sinussignal ($1V_{pp}$) ermittelt. Hierbei wurde zuerst die Resonanzfrequenz durch Variation der Frequenz des Eingangssignals bestimmt. Diese ist erreicht, wenn Eingangs- und Ausgangssignal eine Phasenverschiebung von -90° zueinander aufweisen. Um den Amplitudengang des Systems zu ermitteln, wurden Eingangs- und Ausgangsspannung an verschiedenen Frequenzmesspunkten im logarithmischen Maßstab ermittelt. Im Bereich der Resonanzfrequenz wurden zusätzlich Messpunkte gewählt, um die Genauigkeit zu erhöhen. Die oben beschriebene Vorgangsweise wurde mit den Widerstandswerten $R = 183\Omega$ (in der Angabe wurden 180Ω verlangt, es gibt jedoch keinen Normwiderstand mit diesem Wert, darum wurden hier ein 150Ω und ein 33Ω in Serie geschaltet) und $R = 1\text{k}\Omega$ wiederholt.

3.4 Ergebnis & Diskussion



Figure 2: Sprungantwort bei $R = 22\Omega$

Durch den kleinen Widerstand ($R = 22\Omega$) ist die Dämpfung des Systems sehr gering und es wird auch das Schwingungsverhalten des LC -Glieds deutlich sichtbar (Überschwingung). Verursacht durch die parasitären Eigenschaften der realen Bauelemente kommt es auch zu Reflexionen, die sich auf die Messung der Eingangsspannung auswirken.

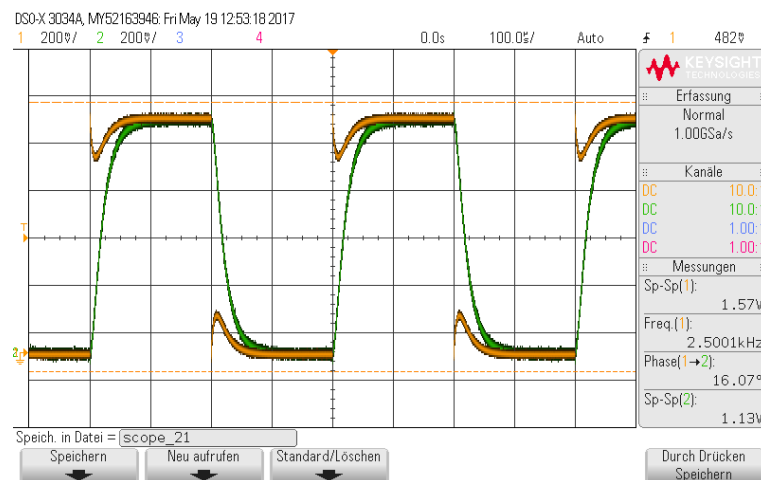


Figure 3: Sprungantwort bei $R = 183\Omega$

Bei $R = 183\Omega$ sind gerade keine Überschwingungen sichtbar (aperiodischer Grenzfall). Die Sprungantwort zeigt das typische Tiefpassverhalten.

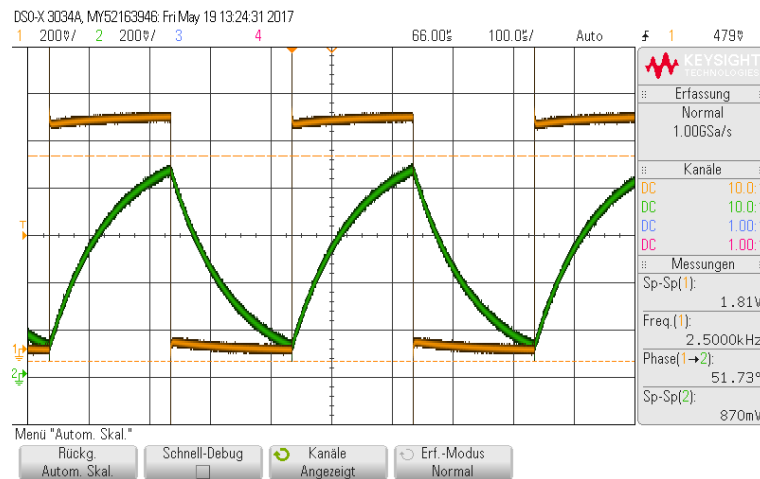


Figure 4: Sprungantwort bei $R = 1k\Omega$

Durch den großen Widerstand von $R = 1k\Omega$ wird die Dämpfung des Systems sehr groß. Dadurch wird in der Folge die anliegende Rechteckspannung stark verschliffen (die Energiespeicher werden durch die große Zeitkonstante nie vollständig geladen).

Die Resonanzfrequenz des Systems ergibt sich aus folgender Formel:

$$f_R = \sqrt{f_H * f_L} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx 15916Hz$$

Die Übertragungsfunktion des Systems lautet:

$$\frac{U_a}{U_e} = \frac{Z_C}{Z_R + Z_L + Z_C} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{j\omega CR - \omega^2 CL + 1} = \frac{1}{s^2 CL + sCR + 1}$$

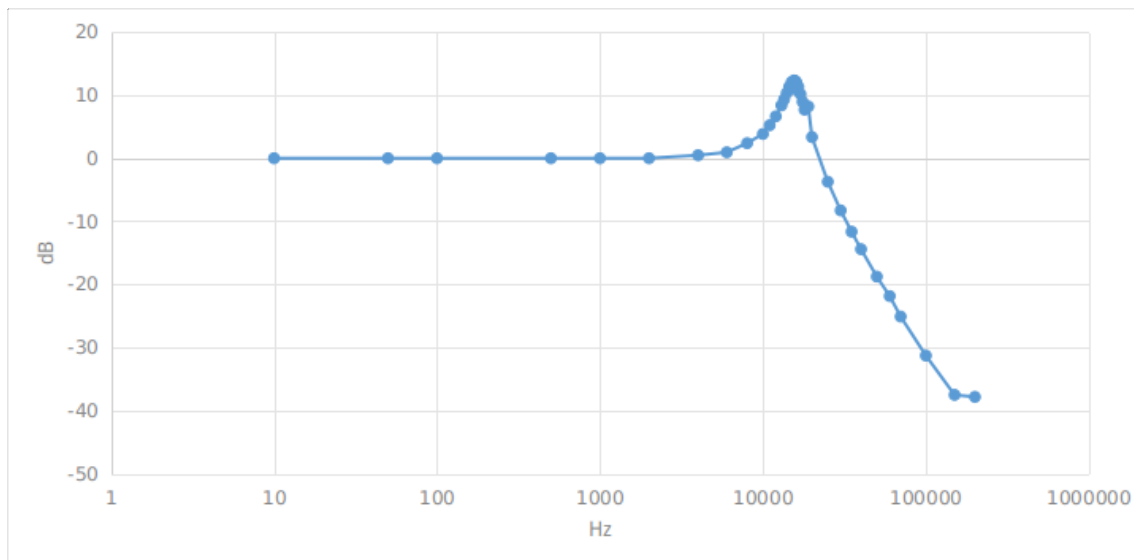


Figure 5: Bode-Diagramm (Amplitudengang) bei $R = 22\Omega$

Die gemessene Resonanzfrequenz beträgt hier $\sim 15800\text{Hz}$. Im Bereich von f_R erkennt man am Bode-Diagramm, dass hier tatsächlich eine Verstärkung des Eingangssignals stattfindet. Dies lässt sich durch die kleine Dämpfung bei $R = 22\Omega$ erklären, wodurch sich das LC -Glied im Resonanzfall befindet. Nach dem die Resonanzfrequenz erreicht wurde, lässt sich die typische Filtersteilheit von -40dB/Dekade gut erkennen.

TODO: Messdaten einfügen

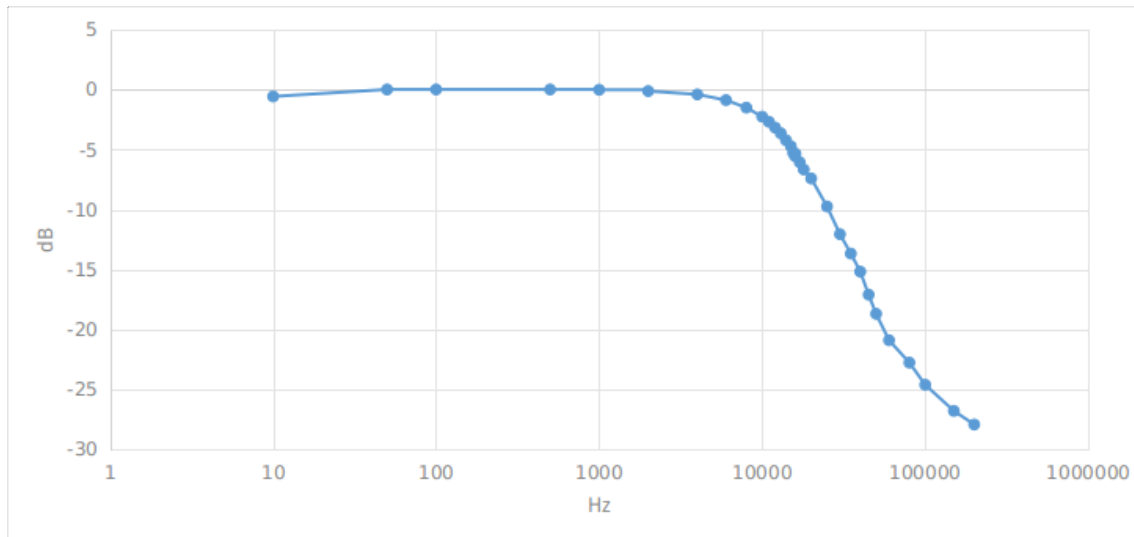


Figure 6: Bode-Diagramm (Amplitudengang) bei $R = 183\Omega$

Die gemessene Resonanzfrequenz beträgt hier $\sim 15500\text{Hz}$. Das System befindet sich im aperiodischen Grenzfall,

TODO: Messdaten einfügen

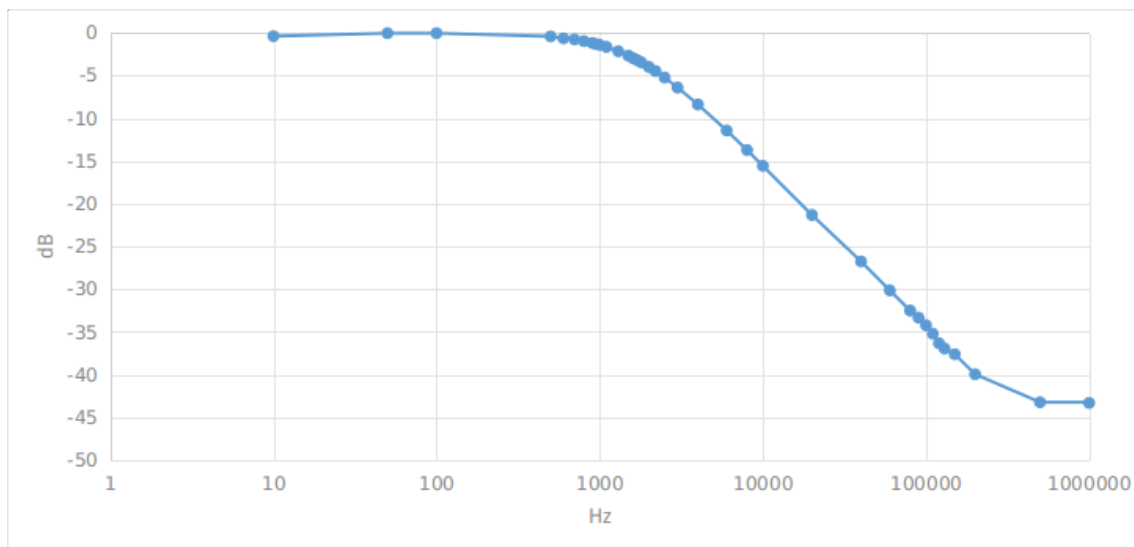


Figure 7: Bode-Diagramm (Amplitudengang) bei $R = 1k\Omega$

TODO: Resonanzfrequenz messen
TODO: Messdaten einfügen

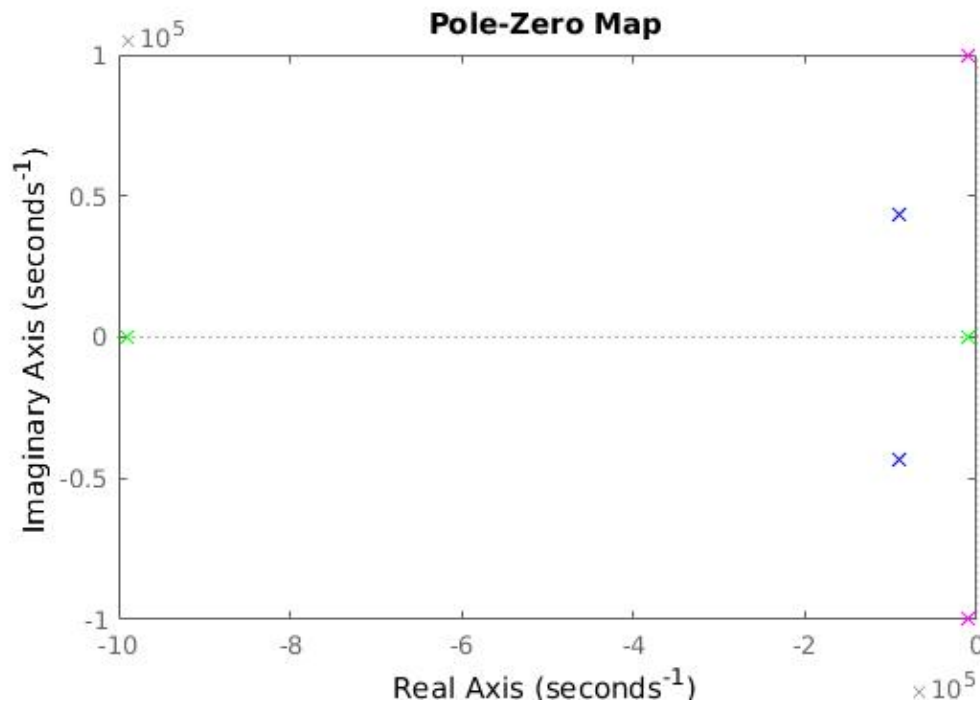


Figure 8: PN-Diagramm der Übertragungsfunktion (violett: $R = 22\Omega$, blau: $R = 180\Omega$, grün: $R = 1\text{ k}\Omega$)

