

IV Praktikum 2022

Table of Contents

Aufgabe 1.....	2
Vorbereitungsteil:.....	2
1. Bestimmen Sie P_{max}	2
2. Bestimmen Sie $S_{21}(j\omega)$	2
3. Bestimmen Sie $ S_{21}(j\omega) ^2$ und $AdB(\omega)$	2
4. Zeichnen Sie $AdB(\omega)$ qualitativ.....	3
5. Handelt es sich um ein Hochpass- oder ein Tiefpassfilter? Begründen Sie Ihre Antwort.....	3
6. Bestimmen Sie C in Abhängigkeit von der Durchlasskreisfrequenz und dem Rippel im Durchlassbereich	3
7. Bestimmen Sie den Wert von C für f und A . Runden Sie Ihr Ergebnis auf den nächsten in der E6-Bauteilreihe1 verfügbaren Wert.....	4
Praxisteil.....	4
Aufgabe 7 Machen Sie ein Kamerabild von Ihrem Aufbau auf dem Breadboard. Und fügen Sie es dem Bericht bei.	4
Aufgabe 8/9/11 Beschreiben Sie Ihre Vorgehensweise bei der Einstellung des Oszilloskop:.....	4
Aufgabe 10/12 Zeichnen Sie die abgelesene Amplitude und die Periodendauer gut sichtbar in Ihrer Abbildung ein.	5
Berechnen Sie die Frequenz aus der Periodendauer.....	5
Aufgabe 13 Messen Sie den Betrag von U_2 für die in Tabelle 1 aufgelisteten Frequenzen	5
Aufgabe 14 Rechnen Sie die gemessenen Beträge von in Werte der Transmittanz um.....	6
Aufgabe 15 Rechnen Sie die Werte von $ S_{21} $ in Werte der Betriebsdämpfung um.....	6
Aufgabe 16 Stellen Sie die Werte von AdB in einem Diagramm über die Frequenz dar.....	6
Aufgabe 17 Vergleichen Sie die Darstellung mit dem im Vorbereitungsteil skizzierten Verlauf von AdB	6
Aufgabe 2.....	7
Vorbereitungsteil:.....	7
1.Entwerfen Sie ein Cauer Tiefpassfilter 3.Ordnung:	7
2. Welche Filterkatalognummer und welches Theta haben Sie gewählt, welches r? ?	7
3. Zeichnen Sie den Schaltplan des gewählten Filters.....	7
4. Nun sei weiterhin gegeben f_s . Berechnen Sie die erforderlichen Bauteilwerte des Filters.....	7
5. Runden Sie die Bauteilwerte auf die nächsten in der E6-Bauteilreihe verfügbaren Werte.	8
6. Rechnen Sie die normierte Unendlichkeitsstelle und Nullstelle in die zugehörigen Frequenzen	8
Praxisteil.....	8
2. Machen Sie ein Kamerabild von Ihrem Aufbau auf dem Breadboard und fügen Sie es dem Bericht bei.....	8
3. Messen Sie den Betrag von U_2 für die in Tabelle 2 aufgelisteten Frequenzen f.....	9
4. Messen Sie den Betrag von U_2 an der Unendlichkeitsstelle $f_{\infty 2}$ und Nullstelle f_{02}	9
5. Auswertung: Rechnen Sie die gemessenen Beträge von U_2 in Werte der Transmittanz $ S_{21}(j\omega) $ um.	9
6. Rechnen Sie die Werte von $ S_{21}(j\omega) $ in Werte der Betriebsdämpfung $AdB(\omega)$ um.....	9
7. Stellen Sie die Werte von $AdB(\omega)$ mit den Werten von Aufgabe 1 in einem Diagramm über der Frequenz dar.....	9
8.Vergleichen Sie die beiden Verläufe von $AdB(\omega)$ von den zwei Aufgaben.....	10
9. Vergleichen Sie den Verlauf von $AdB(\omega)$ mit dem Dämpfungsverlauf von dem Filterkatalog an der Nullstelle f_{02} und der Unendlichkeitsstelle $f_{\infty 2}$	10
10. Werden die Anforderungen an den Filterentwurf in der Praxis erfüllt? Bestimmen Sie die tatsächlichen Werte von a_S und Ω_S aus Ihren Messwerten und vergleichen Sie diese mit den Anforderungen.....	11
11. Bauen Sie das Tiefpassfilter zu einem Hochpassfilter mit gleicher Ordnung und gleichem Typ (Cauer) um. Verwenden Sie die selben Bauteile.....	12
12. Begründen Sie Ihr Vorgehen beim vorherigen Aufgabenteil. Geben Sie die Schaltung und den allgemeingültigen Dämpfungsverlauf des Hochpassfilters an.....	12

Aufgabe 1

Vorbereitungsteil:

$$|E| = \frac{1}{\sqrt{2}} 1V, R_1 = R_2 = R = 50\Omega$$

1. Bestimmen Sie Pmax.

$$P_{max} = \frac{|E|^2}{4R} \quad |E|^2 = \left(\frac{1V}{\sqrt{2}}\right)^2 \Rightarrow |E|^2 = \frac{1}{2} V^2$$

$$P_{max} = \frac{\frac{1V^2}{2}}{4R} = \frac{1V^2}{8R} = \frac{1}{400} \frac{V^2}{\Omega} = 2,5mW$$

2. Bestimmen Sie S21(jw).

$$S_{21} = k \frac{U_2}{E} = 2 \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} \frac{U_2 U_1}{U_1 E} \Rightarrow S_{21} = 2 \frac{U_2}{E}$$

$$U_2 = I * \left(R_2 + \frac{1}{j\omega C}\right)^{-1} \\ I = \frac{E}{R_{ges}} \Rightarrow U_2 = \frac{E}{R_{ges}} * \left(R_2 + \frac{1}{j\omega C}\right)^{-1} \rightarrow S_{21} = 2 \frac{\left(R_2 + \frac{1}{j\omega C}\right)^{-1}}{R_{ges}}$$

$$R_{ges} = R + C || R \\ C || R = \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{R}} \Rightarrow R_{ges} = R + \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{R}} \rightarrow S_{21} = 2 \frac{\left(\frac{1}{R} + j\omega C\right)^{-1}}{R + \frac{R}{j\omega CR + 1}}$$

$$S_{21} =$$

$$\frac{2}{\left(\frac{1}{R} + C \omega i\right) \left(R + \frac{R}{1 + C R \omega i}\right)}$$

$$\text{ans} =$$

$$\frac{2}{2 + C R \omega i}$$

3. Bestimmen Sie |S21(jw)|² und AdB(w).

$$\text{ans} =$$

$$\frac{4 R^2 |C R \omega - i|^2}{|C R \omega - 2 i|^2 |1 + C R \omega i|^2 |R|^2}$$

$$S_{21} =$$

$$\frac{4}{C^2 R^2 \omega^2 + 4} - \frac{2 C R \omega i}{C^2 R^2 \omega^2 + 4}$$

simpS21_abs_quad =

$$\frac{16}{(C^2 R^2 \omega^2 + 4)^2} + \frac{4 C^2 R^2 \omega^2}{(C^2 R^2 \omega^2 + 4)^2}$$

A_db =

$$\frac{10 \log\left(\frac{(C^2 R^2 \omega^2 + 4)^2}{4 C^2 R^2 \omega^2 + 16}\right)}{\log(10)}$$

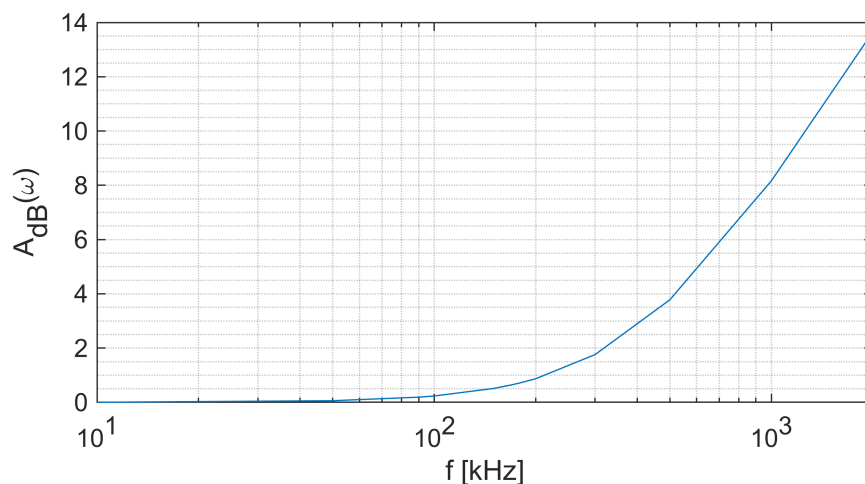
simA_db =

$$\frac{10 \log\left(\frac{C^2 R^2 \omega^2}{4} + 1\right)}{\log(10)}$$

4. Zeichnen Sie AdB(ω) qualitativ.

A_db(C, R, omega) =

$$\frac{10 \log\left(\frac{C^2 R^2 \omega^2}{4} + 1\right)}{\log(10)}$$



5. Handelt es sich um ein Hochpass- oder ein Tiefpassfilter? Begründen Sie Ihre Antwort.

Tiefpass, da tiefe Frequ. eine geringe Dämpfung haben und hohe Frequ. eine hohe Dämpfung.

6. Bestimmen Sie C in Abhängigkeit von der Durchlasskreisfrequenz ω_g und dem Rippel im Durchlassbereich A_D .

Nutzen Sie dazu den Ansatz $A_{dB}(\omega_g) = A_D$.

ans =

$$\frac{2 \sqrt{10^{A_D/10} - 1}}{R \omega}$$

7. Bestimmen Sie den Wert von C für f ($f_g = 100kHz$) und A ($A_D = 0.28dB$). Runden Sie Ihr Ergebnis auf den nächsten in der E6-Bauteilreihe verfügbaren Wert.

ans = 16.4288

E-Normreihen

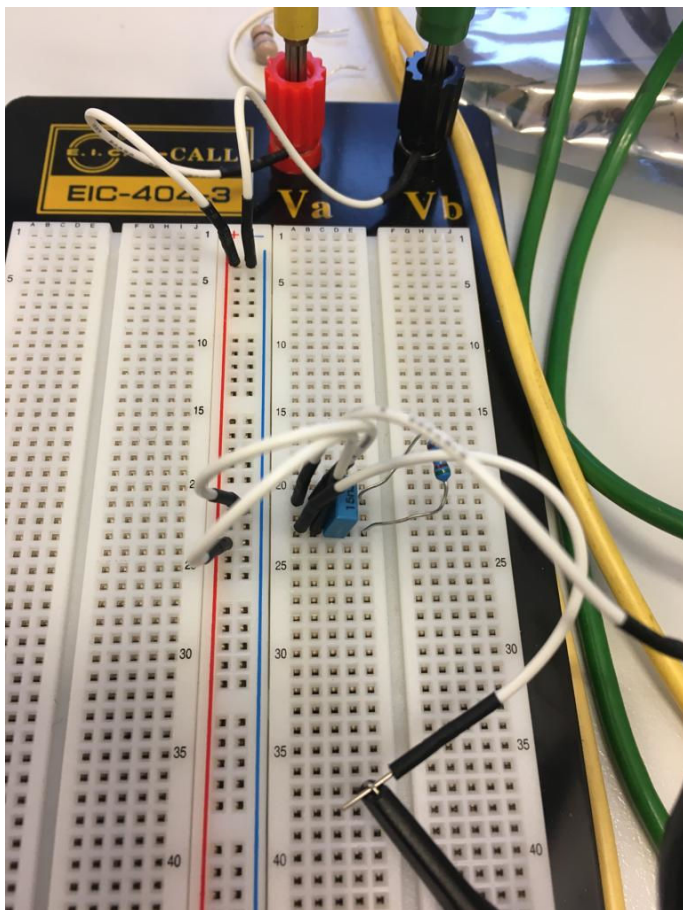
Gewünschter Wert: <input type="text" value="16.42"/>		
Normreihe	Näherungswert	Abweichung
E6	15.00	-8.70%

C_value = 15

Praxisteil

Aufgabe 7 Machen Sie ein Kamerabild von Ihrem Aufbau auf dem Breadboard. Und fügen Sie es dem Bericht bei.

Aufbau Bild:



Aufgabe 8/9/11 Beschreiben Sie Ihre Vorgehensweise bei der Einstellung des Oszilloskop:

Vorgehensweise:

Zuerst müssen die vorgegeben Werte auf dem Generator eingestellt werden. 100kHz und 1VPP:

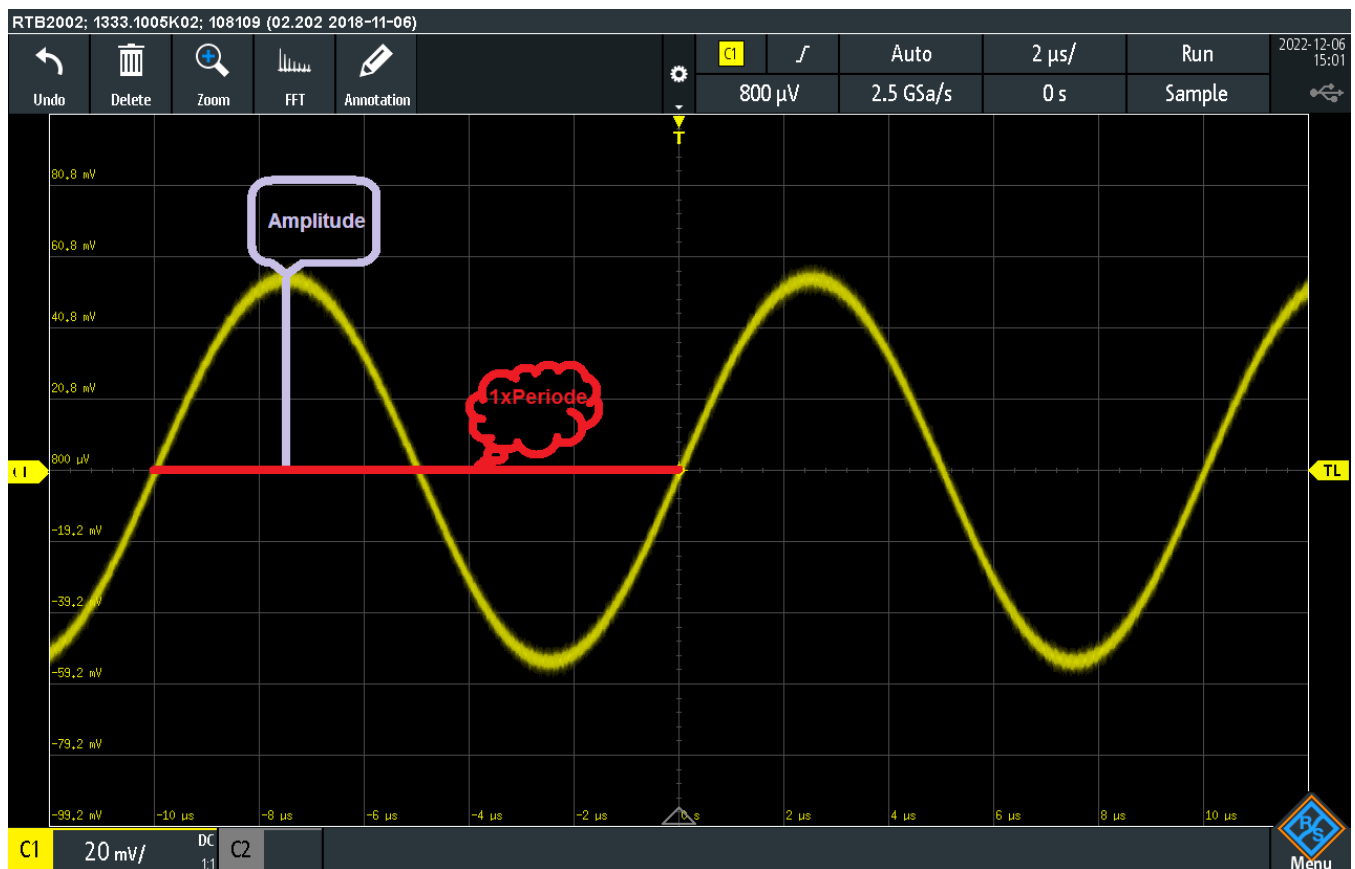
Beim Anschalten des Oszis. wird das Signal mit dem Auto-Detect Knopf detektiert. Für die Ablesung der Amplitude muss noch vertikal rein gezoomt werden.

Die Amplitude hatte ein Wert von 58.8 mV und eine Periodendauer von $10\mu s$ (siehe Screenshot).

Periodendauer $10\mu s$

Amplitude: 58.8mV

Aufgabe 10/12 Zeichnen Sie die abgelesene Amplitude und die Periodendauer gut sichtbar in Ihrer Abbildung ein.

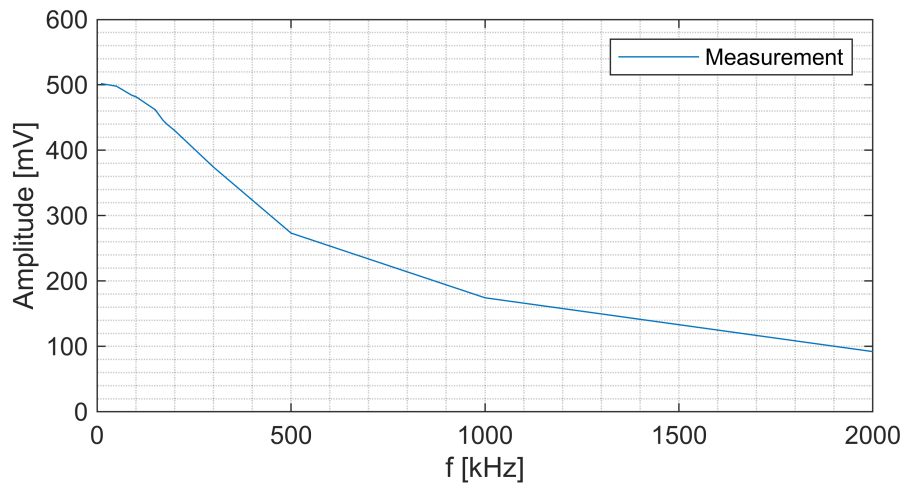


Berechnen Sie die Frequenz f aus der Periodendauer

$$f = \frac{1}{T} \text{ mit } T = 10\mu s$$

$$f_g = 100.0000$$

Aufgabe 13 Messen Sie den Betrag von U_2 für die in Tabelle 1 aufgelisteten Frequenzen f .



Mit steigender Frequenz sinkt die Amplitudue. (Tiefpass verhalten)

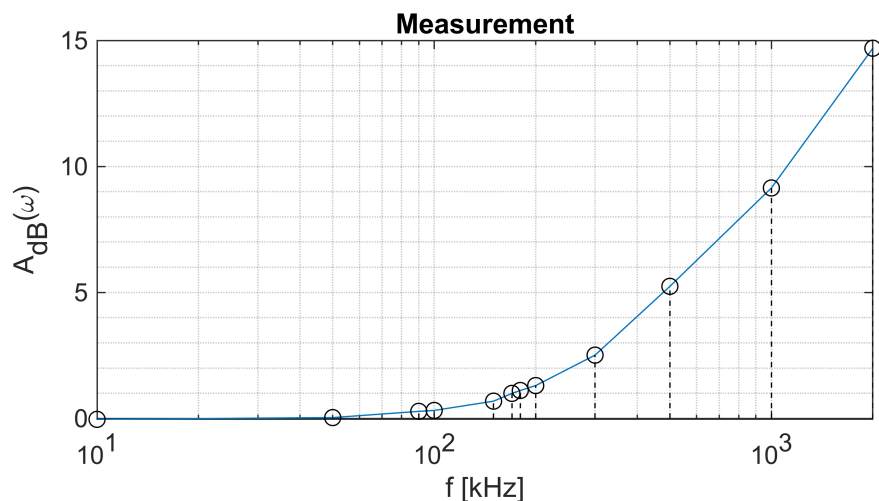
Aufgabe 14 Rechnen Sie die gemessenen Beträge von U_2 in Werte der Transmittanz $|S_{21}(j\omega)|$ um.

S21_value = 1x12
 1.0040 0.9960 0.9680 0.9640 0.9240 0.8918 0.8800 0.8604 ...

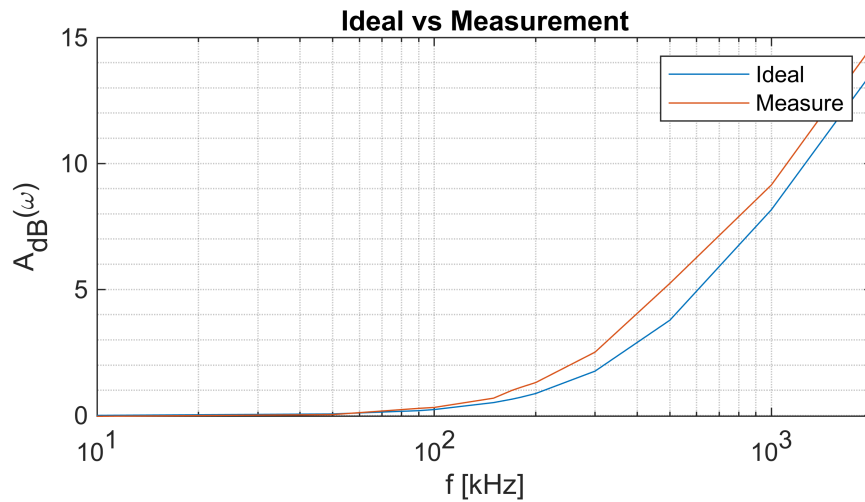
Aufgabe 15 Rechnen Sie die Werte von $|S_{21}|$ in Werte der Betriebsdämpfung $A_{dB}(\omega)$ um.

A_dB_value = 1x12
 -0.0347 0.0348 0.2825 0.3185 0.6866 0.9947 1.1100 1.3056 ...

Aufgabe 16 Stellen Sie die Werte von $A_{dB} A_{dB}(\omega)$ in einem Diagramm über die Frequenz dar.



Aufgabe 17 Vergleichen Sie die Darstellung mit dem im Vorbereitungsteil skizzierten Verlauf von $A_{dB} A_{dB}(\omega)$.



Die Abweichungen lassen sich unter anderem durch Messrauschen und nicht Idealen Komponenten (Abweichungsnormen) erklären.

Aufgabe 2

Vorbereitungsteil:

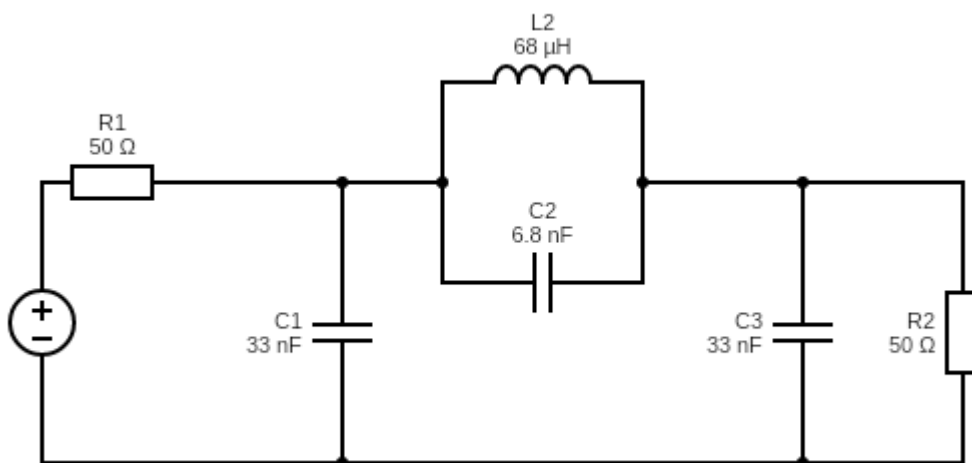
1. Entwerfen Sie ein Cauer Tiefpassfilter 3. Ordnung: $\Omega_S \leq 2$ $a_S \geq 28dB$ $R_1 = R_2 = 50\Omega$

$\Omega_S \leq 2$, $n = 3$ --> C0325 (siehe Filtertabelle)

2. Welche Filterkatalognummer und welches Theta Θ haben Sie gewählt, welches r ? r_1, r_2 ?

$\Theta = 30^\circ$ $r_1 = r_2 = 1$

3. Zeichnen Sie den Schaltplan des gewählten Filters.



4. Nun sei weiterhin gegeben f_s . $f_s = 200kHz$ Berechnen Sie die erforderlichen Bauteilwerte des Filters.

$$\Omega_s = \frac{f_s}{f_g} \longrightarrow f_g = \frac{f_s}{\Omega_s}$$

$$f_g = 100$$

$$f_g = 100 \text{ kHz}$$

$$L_2 = 0.0766$$

$$C_n = \frac{1 \times 3}{38.2930 \quad 6.4180 \quad 38.2930}$$

5. Runden Sie die Bauteilwerte auf die nächsten in der E6-Bauteilreihe verfügbaren Werte.

E6 Bauteil: $L_2 = 0.068 \text{ mH}$

E6 Bauteil: $C_1 = 33 \text{ nF}$ $C_2 = 6.8 \text{ nF}$ $C_3 = 33 \text{ nF}$

6. Rechnen Sie die normierte Unendlichkeitsstelle $\Omega_{\infty 2}$ und Nullstelle Ω_{02} in die zugehörigen Frequenzen $f_{\infty 2}$ f_{02}

$$\Omega_{\infty 2} = 2.270068086 \quad \Omega_{02} = 0.8810308431$$

$$\Omega_{\infty 2} = \frac{f_{\infty 2}}{f_g} \Rightarrow f_{\infty 2} = \Omega_{\infty 2} \cdot f_g = 227.0068 \text{ kHz}$$

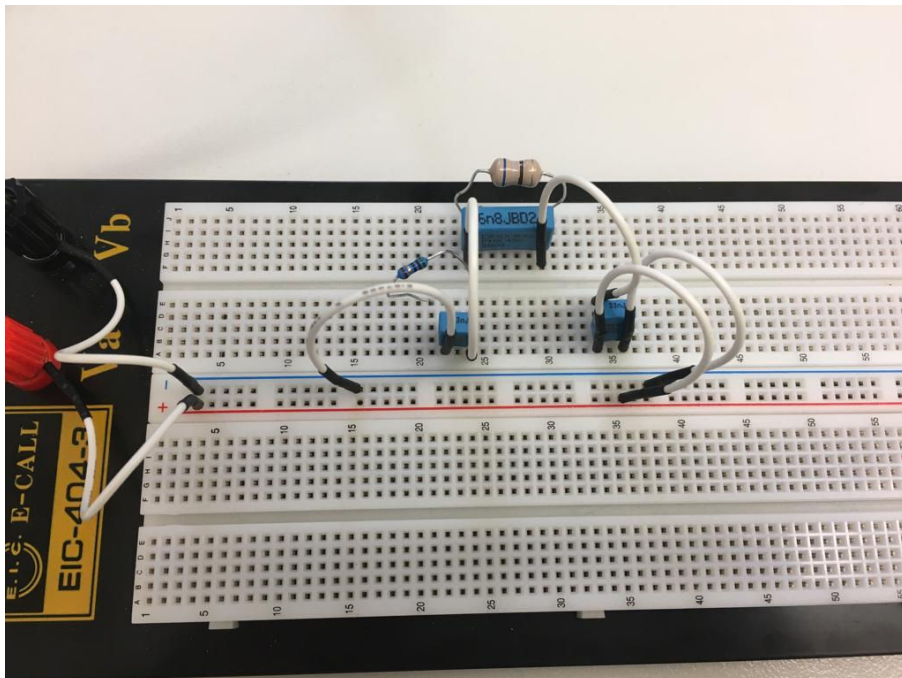
$$\Omega_{02} = \frac{f_{02}}{f_g} \Rightarrow f_{02} = \Omega_{02} \cdot f_g = 88.1030 \text{ kHz}$$

$$\Omega_{\infty 2} = 227.0068$$

$$\Omega_{02} = 88.1030$$

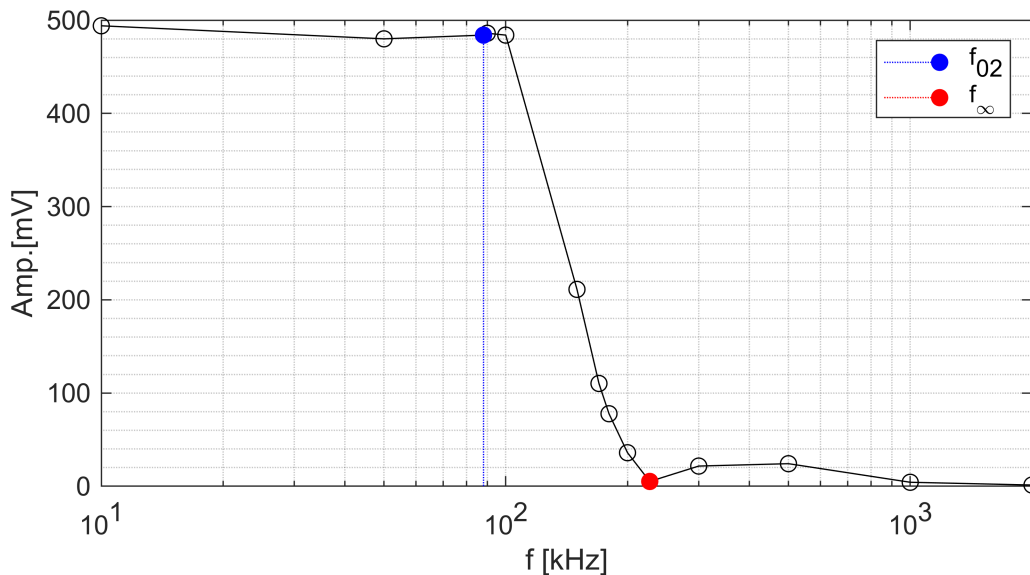
Praxisteil

2. Machen Sie ein Kamerabild von Ihrem Aufbau auf dem Breadboard und fügen Sie es dem Bericht bei.



3. Messen Sie den Betrag von U_2 für die in Tabelle 2 aufgelisteten Frequenzen f .

cauer_Amp = 1×10^{-14}
 494.0000 480.0000 484.0000 486.0000 484.0000 211.1900 110.2500 77.8000 ...



4. Messen Sie den Betrag von U_2 an der Unendlichkeitsstelle $f_{\infty 2}$ und Nullstelle f_{02} .

$U_{2f_inf} = 5.1450$

$U_{2f_02} = 484$

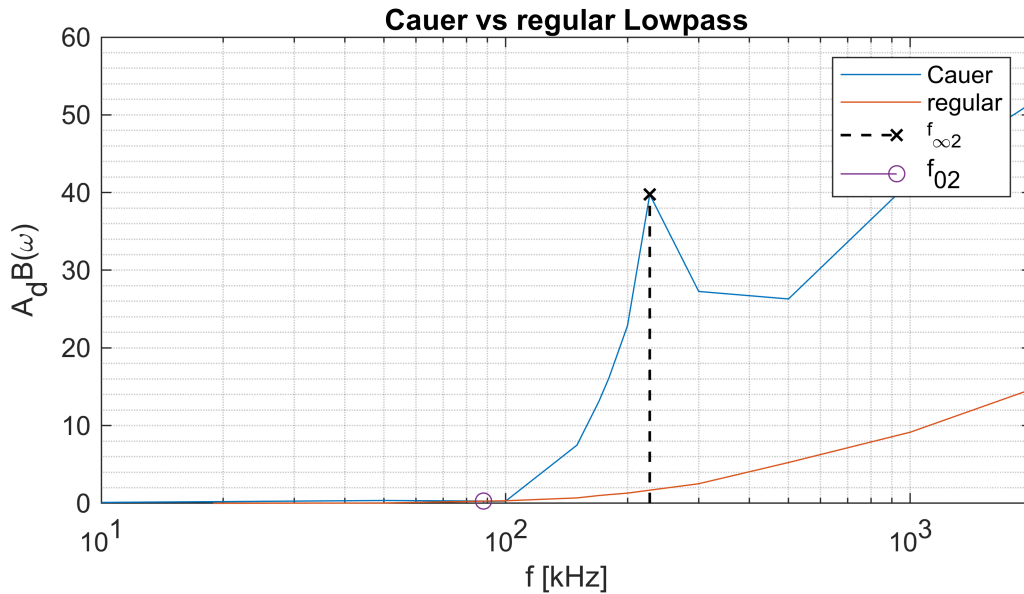
5. Auswertung: Rechnen Sie die gemessenen Beträge von U_2 in Werte der Transmittanz $|S_{21}(j\omega)|$ um.

cauer_S21 = 1×10^{-14}
 0.9880 0.9600 0.9680 0.9720 0.9680 0.4224 0.2205 0.1556 ...

6. Rechnen Sie die Werte von $|S_{21}(j\omega)|$ in Werte der Betriebsd"ampfung $AdB(\omega)$ um.

cauerA_dB = 1×10^{-14}
 0.1049 0.3546 0.2825 0.2467 0.2825 7.4859 13.1318 16.1598 ...

7. Stellen Sie die Werte von $AdB(\omega)$ mit den Werten von Aufgabe 1 in einem Diagramm über der Frequenz dar.



8. Vergleichen Sie die beiden Verläufe von $A_d B(\omega)$ von den zwei Aufgaben

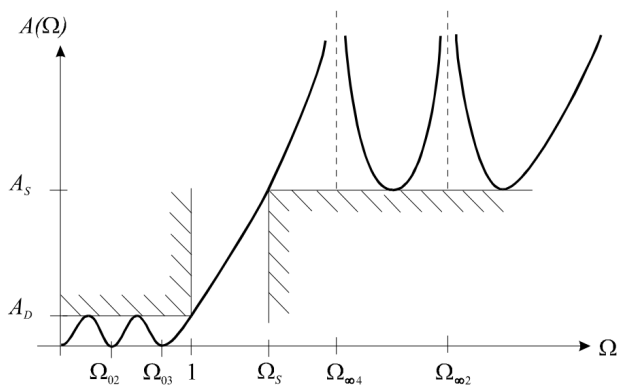
Der reguläre Tiefpass ist monoton steigend, während der Cauer-Tiefpass "Rippeln" aufweist und danach rasant steigt. Nach dem ersten Peak, fällt der Cauer-Filter kurz und steigt dann weiter an. Als Interpretation des Verhaltens ist, dass die Dämpfung wächst mit zunehmender Frequenz. Bei dem regulären Filter kann bis zum Ende eine Spannung von ca. 100mV gemessen werden. Es zeigt wie schlecht der Tiefpass im Vergleich zum Cauer performt.

Kurz:

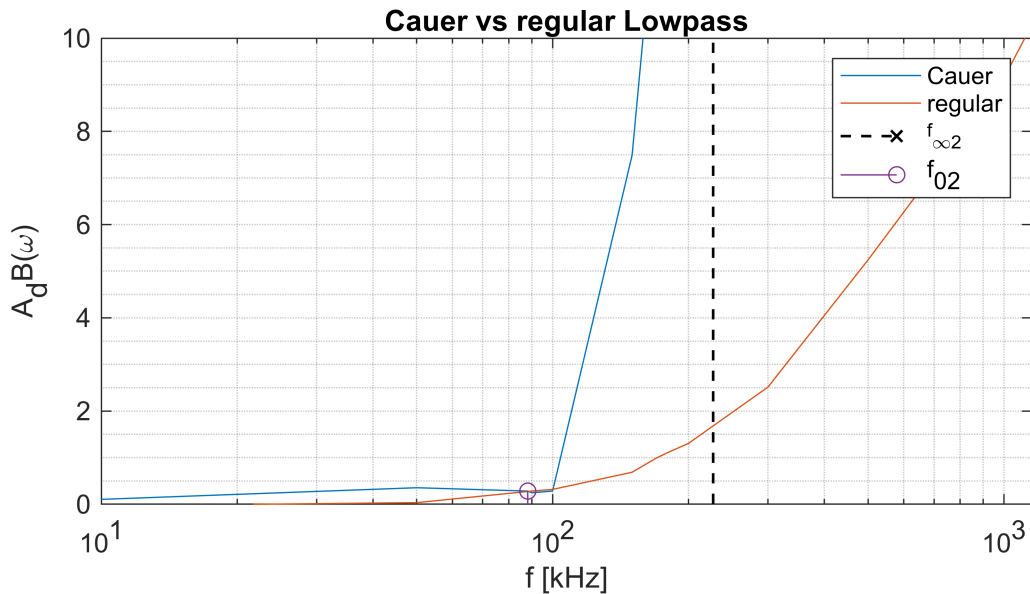
Cauer--> schnell, stark und „Ripple“ am Anfang

Regulär --> langsam, monoton steigend, schlechte Dämpfung

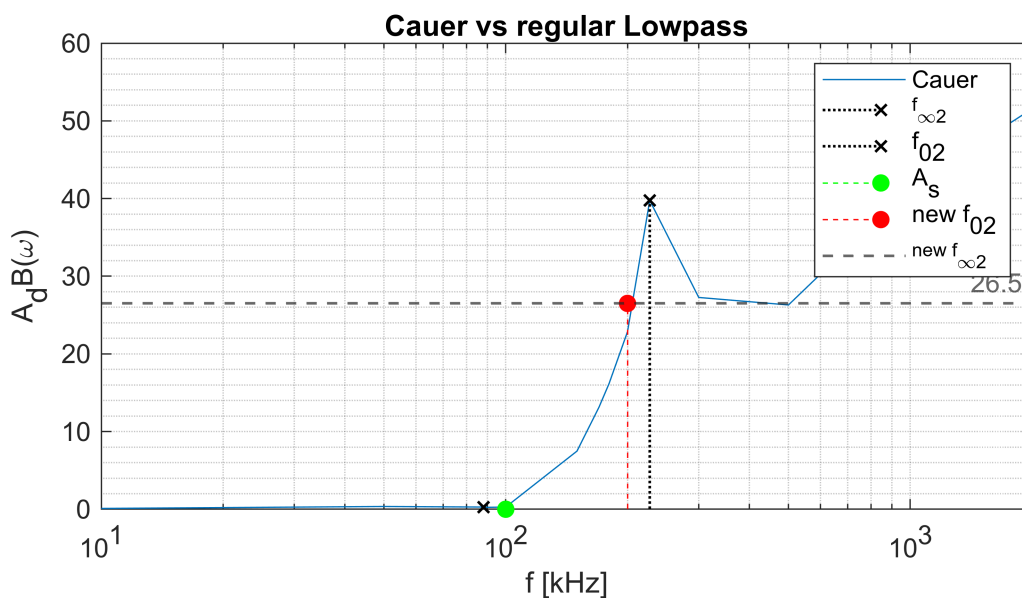
9. Vergleichen Sie den Verlauf von $A_d B(\omega)$ mit dem Dämpfungsverlauf von dem Filterkatalog an der Nullstelle f_{02} und der Unendlichkeitsstelle $f_{\infty 2}$.



Wenn man in den gemessenen Plot reinkommt dann sieht man die Ripples die einen Cauer Filter kennzeichnen. Zu dem sollten eigentlich Pol-stellen auftauchen, aber um Polstellen zu erhalten müsste man durch nahe 0 teilen bzw 0. Da wir stets Messfehler+Messrauschen und nicht mit idealen Bedingungen arbeiten, erhalten wir immer +/- Werte die stets von 0 abweichen.



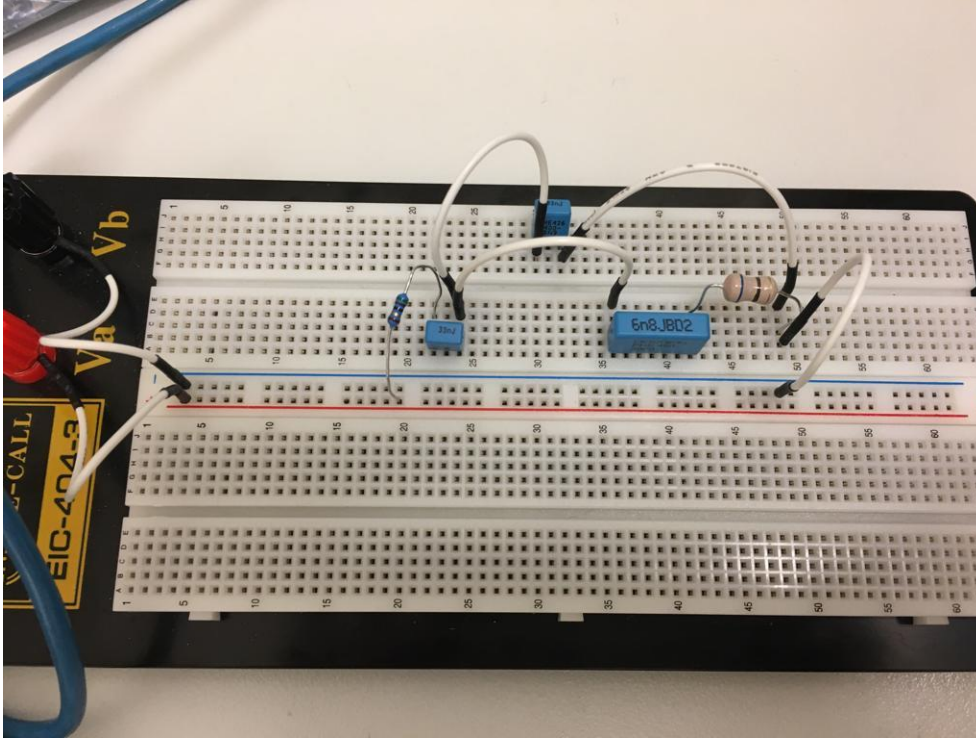
10. Werden die Anforderungen an den Filterentwurf in der Praxis erfüllt? Bestimmen Sie die tatsächlichen Werte von a_S und Ω_S aus Ihren Messwerten und vergleichen Sie diese mit den Anforderungen.



Anforderung: $a_s \geq 28dB$ $f_{02} = 0.88$ $\Omega_{\infty 2} = 2,27$

gemessen: $a_s \geq 26.5dB$ $f_{02} = 1$ $\Omega_{\infty 2} = 2$

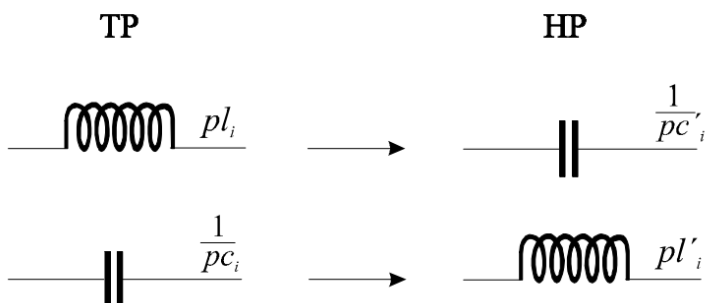
11. Bauen Sie das Tiefpassfilter zu einem Hochpassfilter mit gleicher Ordnung und gleichem Typ (Cauer) um. Verwenden Sie die selben Bauteile.

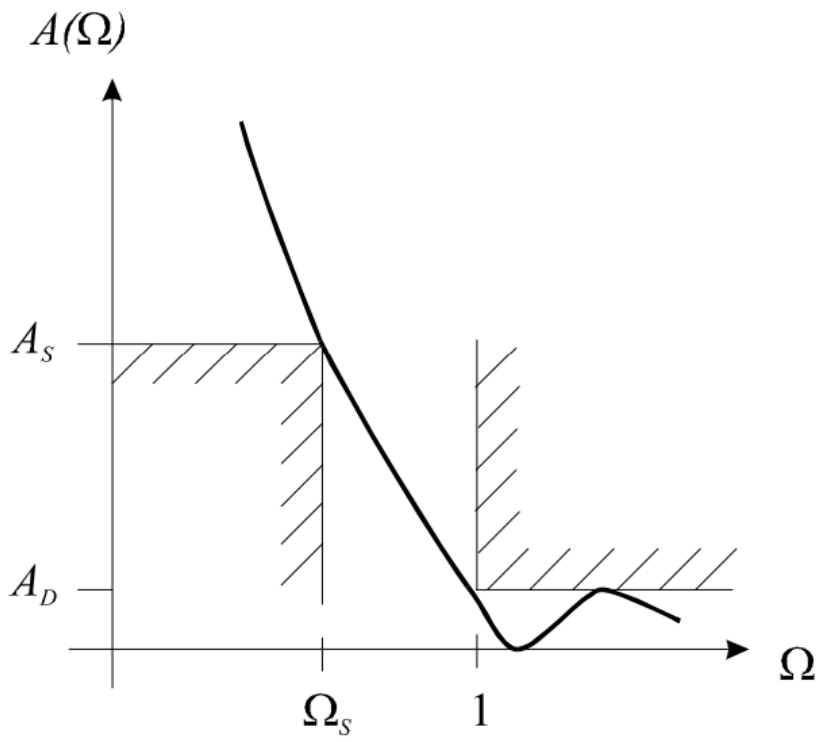
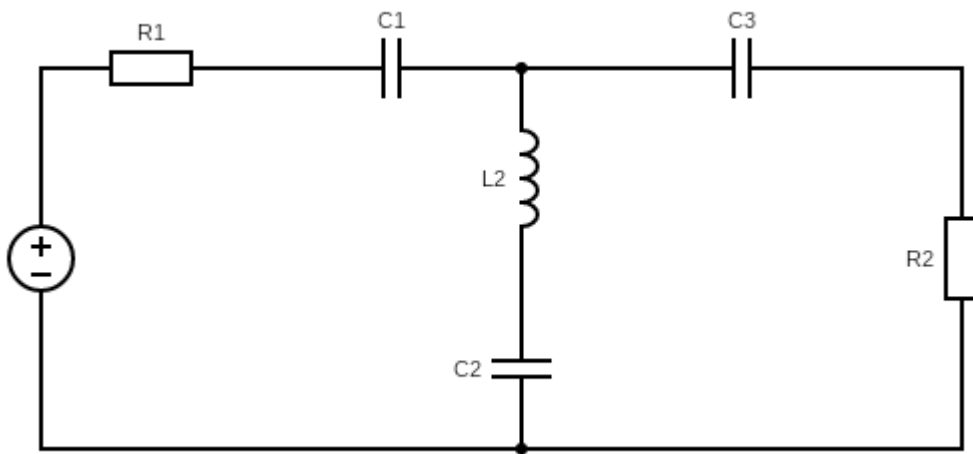


12. Begründen Sie Ihr Vorgehen beim vorherigen Aufgabenteil. Geben Sie die Schaltung und den allgemeingültigen Dämpfungsverlauf des Hochpassfilters an.

Auf der Filtertabelle betrachten wir die Realisierung des Tiefpasses mit vielen Induktiven.

Aus der Vorlesung wissen wir:





Für Tiefefreq. ist die Dämpfung hoch und für hohe Frequenzen ist die Dämpfung klein \rightarrow Hochpass