

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 $\text{AdB}(\omega)$	3
4. Zeichnen Sie $\text{AdB}(\omega)$ qualitativ	4
5. Handelt es sich um ein Hochpass- oder ein Tiefpassfilter? Begründen Sie Ihre Antwort	4
6. Bestimmen Sie C in Abhängigkeit von der Durchlasskreisfrequenz und dem Rippel im Durchlassbereich	5
7. Bestimmen Sie den Wert von C für f und A . Runden Sie Ihr Ergebnis auf den nächsten in der E6-Bauteilreihe verfügbaren Wert	5
Praxisteil	6
Aufgabe 7 Machen Sie ein Kamerabild von Ihrem Aufbau auf dem Breadboard. Und fügen Sie es dem Bericht bei	6
Aufgabe 8/9/11 Beschreiben Sie Ihre Vorgehensweise bei der Einstellung des Oszilloskop	6
Aufgabe 10/12 Zeichnen Sie die abgelesene Amplitude und die Periodendauer gut sichtbar in Ihrer Abbildung ein	7
Berechnen Sie die Frequenz aus der Periodendauer	7
Aufgabe 13 Messen Sie den Betrag von U_2 für die in Tabelle 1 aufgelisteten Frequenzen	7
Aufgabe 14 Rechnen Sie die gemessenen Beträge von in Werte der Transmittanz um	8
Aufgabe 15 Rechnen Sie die Werte von $ S_{21} $ in Werte der Betriebsdämpfung um	9
Aufgabe 16 Stellen Sie die Werte von AdB in einem Diagramm über die Frequenz dar	9
Aufgabe 17 Vergleichen Sie die Darstellung mit dem im Vorbereitungsteil skizzierten Verlauf von AdB	10
Aufgabe 2	11
Vorbereitungsteil:	11
1. Entwerfen Sie ein Cauer Tiefpassfilter 3. Ordnung	11
2. Welche Filterkatalognummer und welches Θ haben Sie gewählt, welches r ?	11
3. Zeichnen Sie den Schaltplan des gewählten Filters	11
4. Nun sei weiterhin gegeben f_s . Berechnen Sie die erforderlichen Bauteilwerte des Filters	12
5. Runden Sie die Bauteilwerte auf die nächsten in der E6-Bauteilreihe verfügbaren Werte	12
6. Rechnen Sie die normierte Unendlichkeitsstelle und Nullstelle in die zugehörigen Frequenzen	12
Praxisteil	13

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).

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

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

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

```
syms R omega C real
R_ges = R + 1/(1i*omega*C+1/R);
S_21 = 2*((1/R+1i*omega*C)^-1)/(R+R/(1+1i*omega*C*R)) %2*R/R_ges
```

S_21 =

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

```
simplify(S_21,"Steps",640)
```

ans =

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

3. Bestimmen Sie $|S_{21}(j\omega)|^2$ und $\text{AdB}(\omega)$.

```
simplify(abs(S_21)^2, "Steps", 100)
```

ans =

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

$$S_{21} = \frac{4}{(C^2 R^2 \omega^2 + 4)} - \frac{(2i C R \omega)}{(C^2 R^2 \omega^2 + 4)}$$

S21 =

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

$$\text{simpS21_abs_quad} = \frac{(4 C^2 R^2 \omega^2)}{(C^2 R^2 \omega^2 + 4)^2} + \frac{16}{(C^2 R^2 \omega^2 + 4)^2}$$

simpS21_abs_quad =

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

$$A_{\text{db}} = 10 \log_{10} \left(\frac{(C^2 R^2 \omega^2 + 4)^2}{4 C^2 R^2 \omega^2 + 16} \right)$$

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 = simplify(A_db, "Steps", 100)
```

simA_db =

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

4. Zeichnen Sie $A_{dB}(\omega)$ qualitativ.

```
A_dB = symfun(simA_db,[C,R,omega])
```

```
A_dB(C, R, omega) =
```

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

```
f = [10 50 90 100 150 170 180 200 300 500 1000 2000]*10^3; %kHz
```

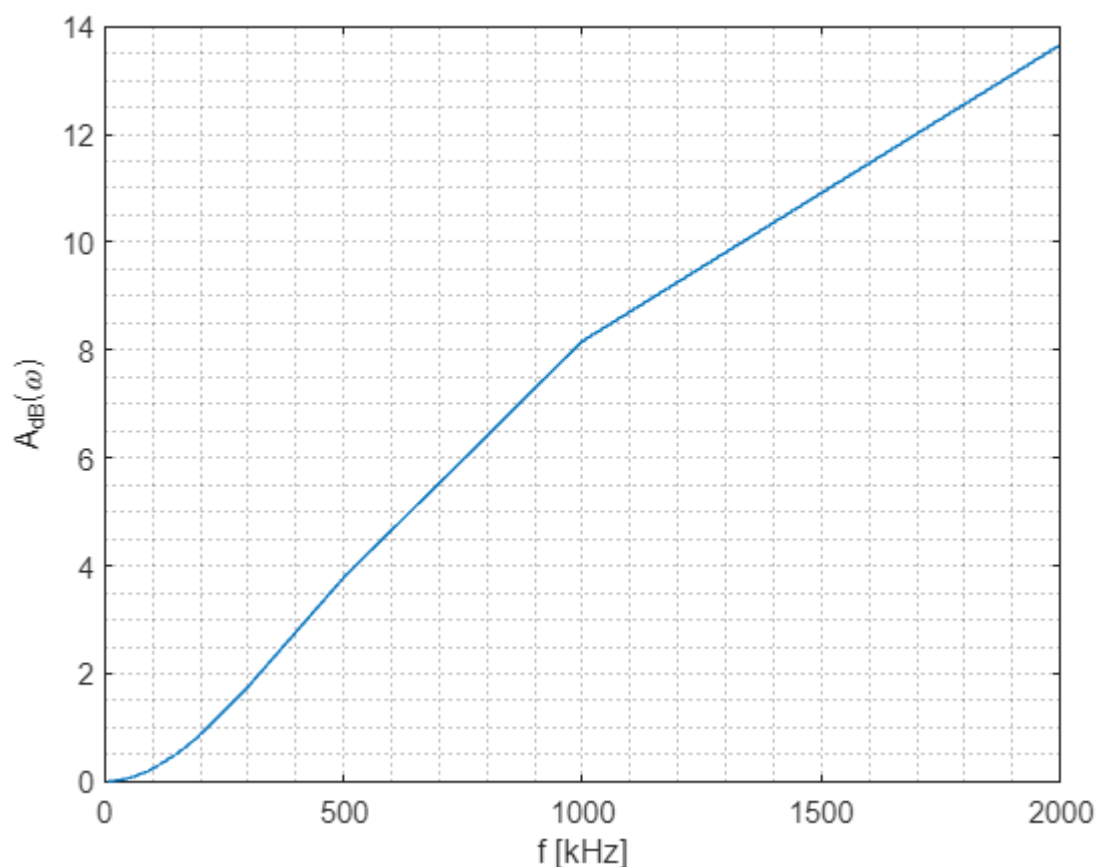
```
%f = 1000:1000:2000000;
```

```
plot(f./10^3,A_dB(15*10^-9,50,2*pi*f)) %C-Wert aus letzte Aufgabe
```

```
xlabel("f [kHz]")
```

```
ylabel("A_{dB}(\omega)")
```

```
grid("minor")
```



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

Tiefpass, da tiefe Freq. eine geringe Dämpfung haben und hohe Freq. 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 $A_{dB}(\omega_g) = A_D$.

```
syms A_D
formula = solve(simA_db==A_D,C,"ReturnConditions",true);
formula.C(2)
```

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

7. Bestimmen Sie den Wert von C für f ($f_g = 100\text{kHz}$) und A ($A_D = 0.28\text{dB}$). Runden Sie Ihr Ergebnis auf den nächsten in der E6-Bauteilreihe1 verfügbaren Wert.

```
double(subs(formula.C(2),[A_D R omega], [0.28 50 2*pi*10^5]))*10^9 %%F --> nF
```

```
ans = 16.4288
```

E-Normreihen

Gewünschter Wert: 16.42

Normreihe	Näherungswert	Abweichung
E6	15.00	-8.70%

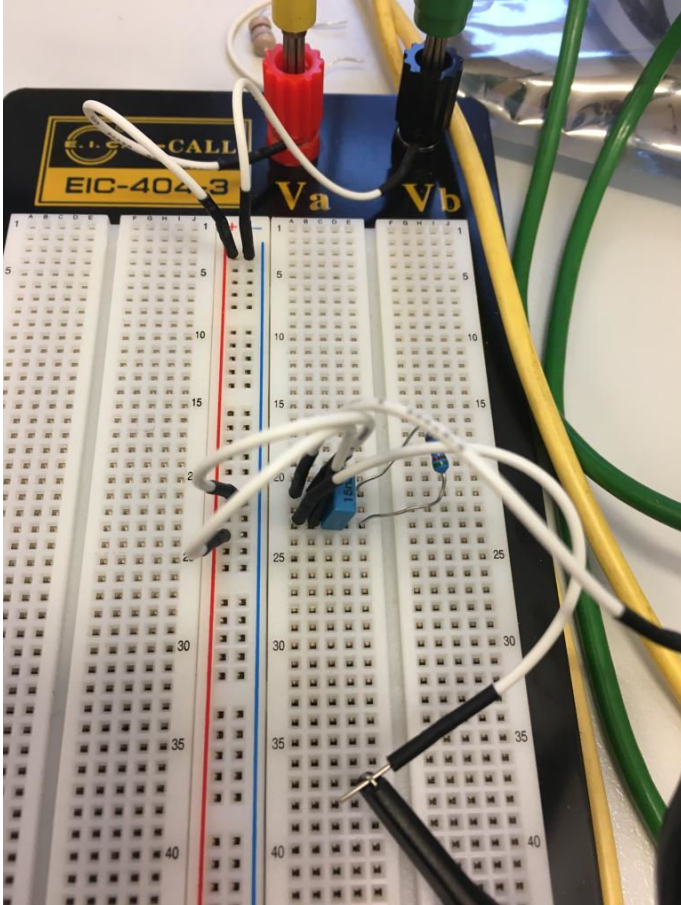
```
C_value = 15 nF
```

```
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 vorgegebenen Werte auf dem Generator eingestellt werden. 100kHz und 1VPP:

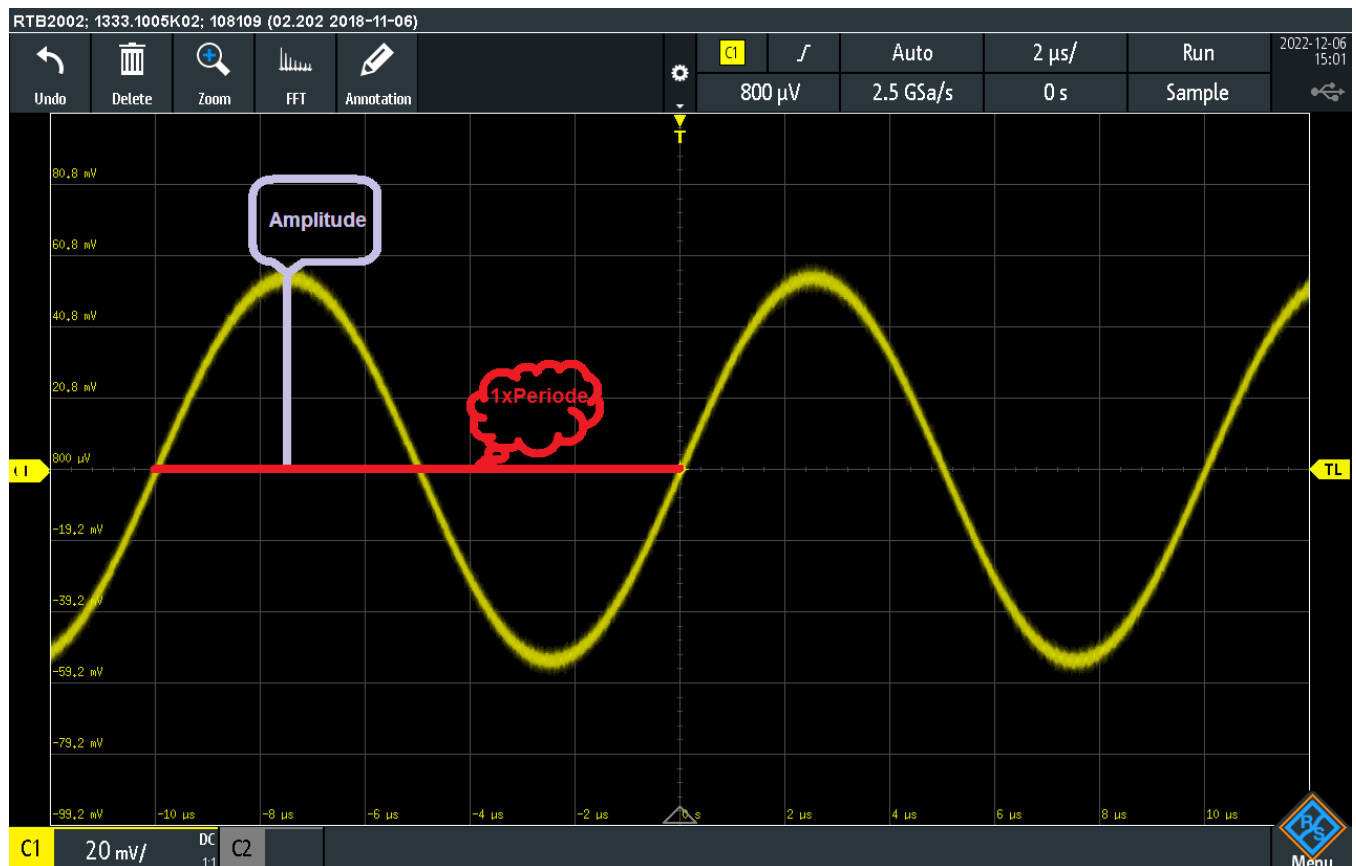
Beim Anschalten des Oszis. wird das Signal mit dem Auto-Detect Knopf detektiert. Für die Ablesung der Amplitude muss noch vertikal rein gezoomt werden.

Die Amplitude hatte einen 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

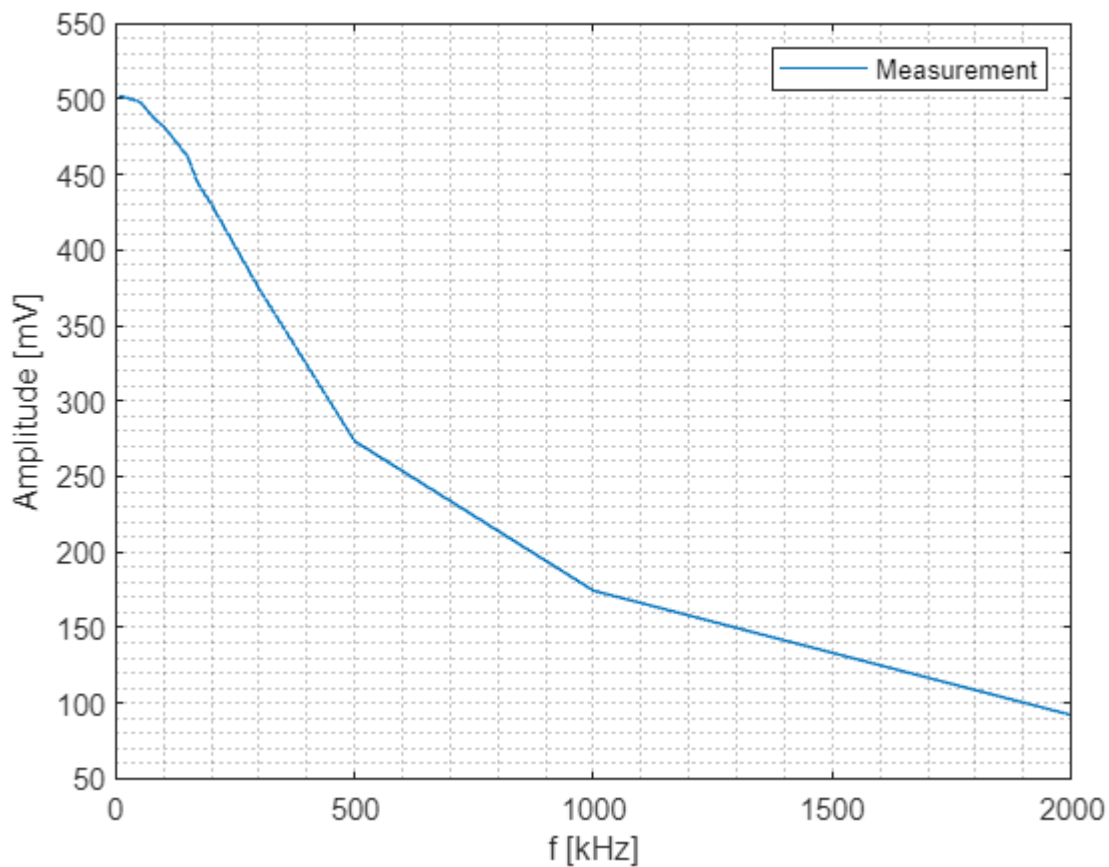
$$f = \frac{1}{T} \text{ mit } T = 10 \mu s$$

$$f = 1/(10^{-5})/1000 \text{ \%kHz}$$

$$f = 100.0000$$

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

```
f = [10 50 90 100 150 170 180 200 300 500 1000 2000]; %kHz --Tabelle
Periodendauer = f.^-1*1000; %Mikrosekundend
Amplitude = [502 498 484 482 462 445.9 440.02 430.22 374.36 273.42 174.44 92.12]; %mV
plot(f,Amplitude)
xlabel("f [kHz]")
ylabel("Amplitude [mV]")
grid("minor")
legend("Measurement")
```



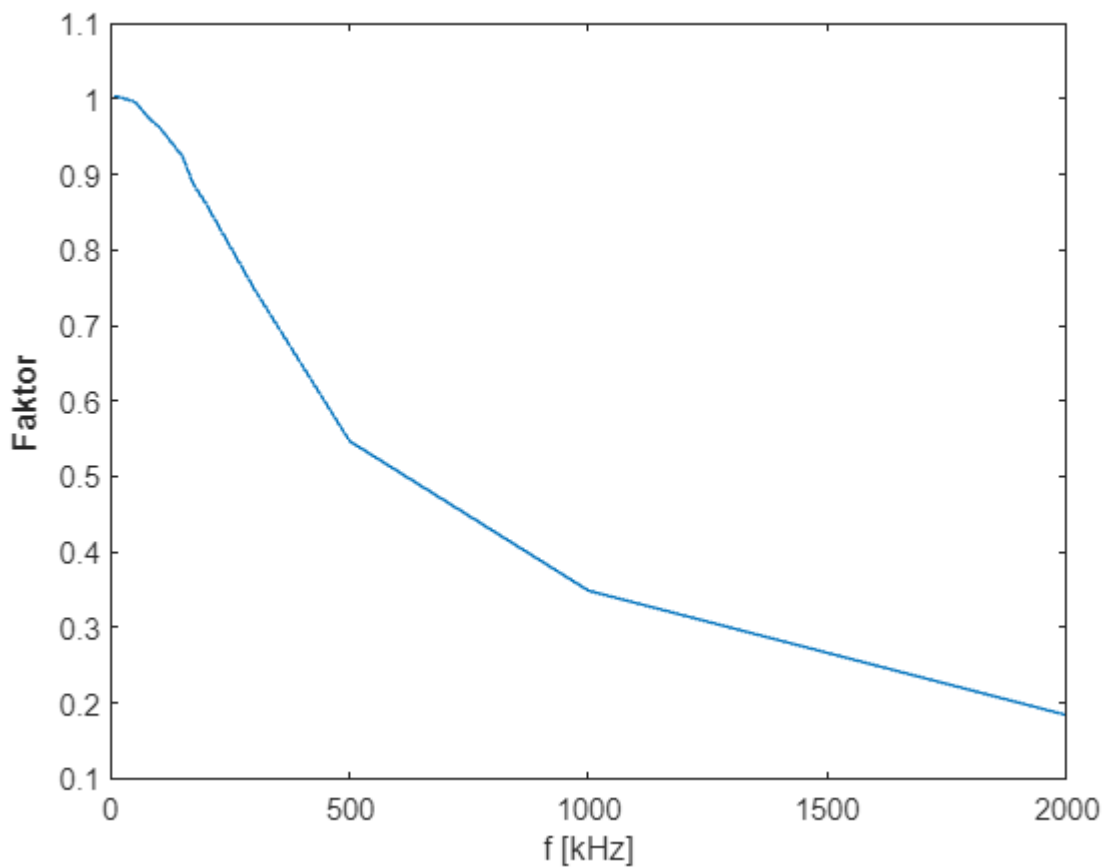
Mit steigender Frequenz sinkt die Amplitude. (Tiefpassverhalten)

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

```
S21_value = 2*Amplitude./10^3
```

```
S21_value = 1×12
    1.0040    0.9960    0.9680    0.9640    0.9240    0.8918    0.8800    0.8604 ...
```

```
clf
plot(f,S21_value)
xlabel("f [kHz]")
ylabel("\bf{Faktor}")
```

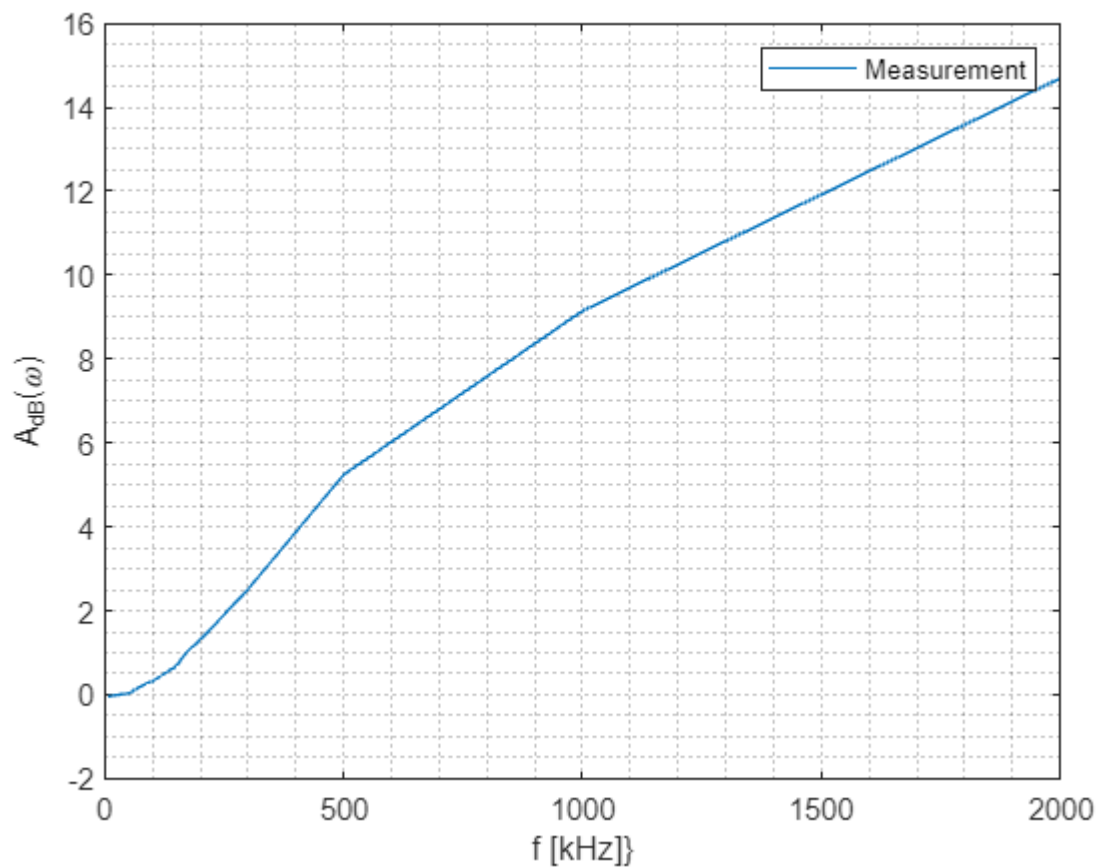
Aufgabe 15 Rechnen Sie die Werte von $|S_{21}|$ in Werte der Betriebsdämpfung $A_{dB}(\omega)$ um.

```
clf
A_dB_value = double(10*log10(S21_value.^-2))
```

```
A_dB_value = 1×12
    -0.0347    0.0348    0.2825    0.3185    0.6866    0.9947    1.1100    1.3056 ...
```

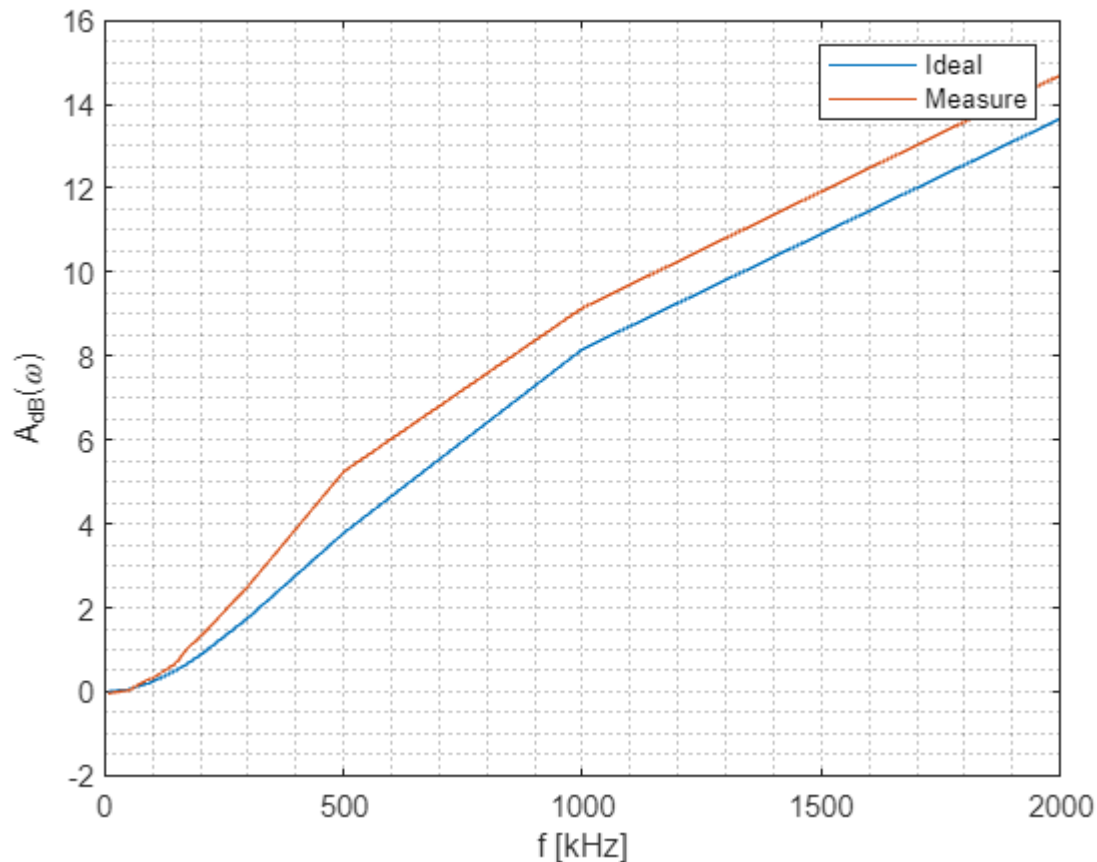
Aufgabe 16 Stellen Sie die Werte von $A_{dB}(\omega)$ in einem Diagramm über die Frequenz dar.

```
plot(f,A_dB_value)
grid("minor")
xlabel("f [kHz]}")
ylabel("A_{dB}(\omega)")
legend("Measurement")
```



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

```
clf
plot(f,A_dB(15*10^-9,50,2*pi*f*10^3)) %C-Wert aus letzte Aufgabe
xlabel ("f [kHz]")
ylabel("A_{dB}(\omega)")
grid("minor")
hold on
plot(f,A_dB_value)
legend("Ideal", "Measure")
hold off
```



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

Aufgabe 2

Vorbereitungsteil:

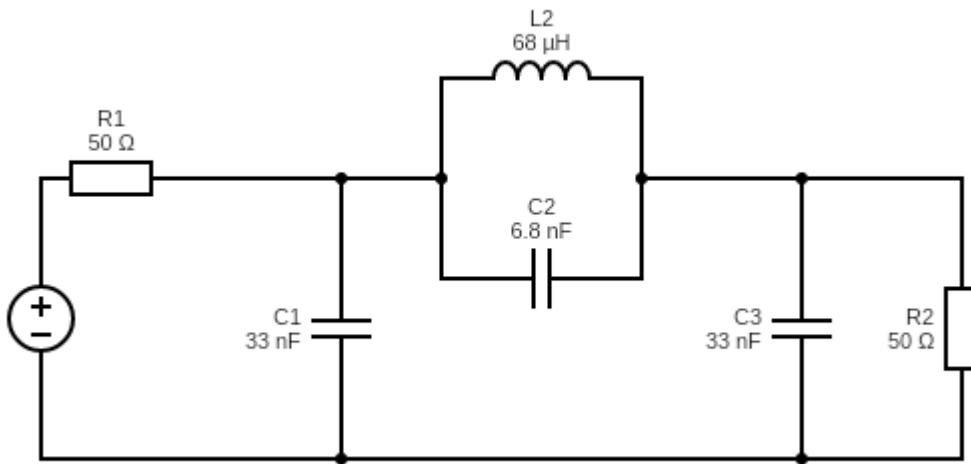
1. Entwerfen Sie ein Cauer Tiefpassfilter 3. Ordnung: $\Omega_S \leq 2$ $a_S \geq 28\text{dB}$ $R_1 = R_2 = 50\Omega$

$\Omega_S \leq 2$, $n = 3$ --> 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 . $f_s = 200\text{kHz}$ Berechnen Sie die erforderlichen Bauteilwerte des Filters.

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

$$f_g = 200/2 \text{ kHz}$$

$$f_g = 100$$

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

$$L_0 = 50/(2 \cdot \pi \cdot f_g);$$

$$L_2 = 0.962438 \cdot L_0$$

$$L_2 = 0.0766$$

$$C_0 = 1/(50 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_g \cdot 10^3);$$

$$C_n = [1.203011 \quad 0.201627 \quad 1.203011] \cdot C_0 \cdot 10^9$$

$$C_n = \begin{matrix} 1 \times 3 \\ 38.2930 & 6.4180 & 38.2930 \end{matrix}$$

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}

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

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

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

$$\Omega_{\text{inf}2} = 2.270068086 \cdot f_g$$

$$\Omega_{\text{inf}2} = 227.0068$$

$$\Omega_{02} = 0.88103008431 \cdot f_g$$

$$\Omega_{02} = 88.1030$$

Praxisteil