

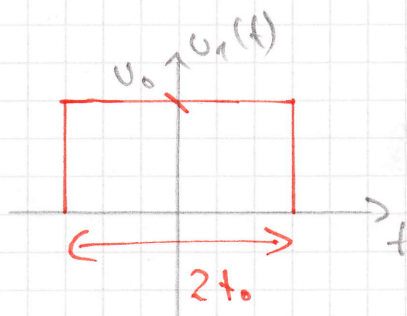
Aufgabe 4.1

A.9

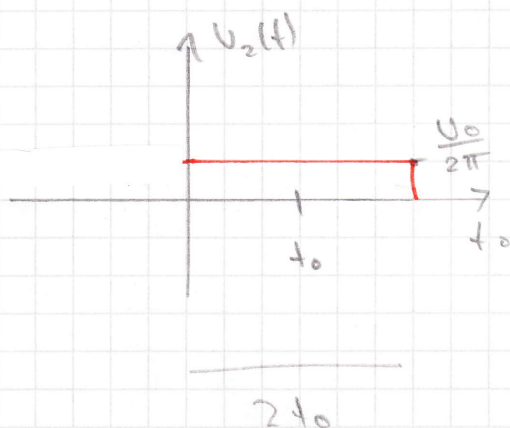
$$H(f) = \frac{1}{2\pi} e^{-j2\pi f t_0}$$

$$\rightarrow h(t) = \frac{1}{2\pi} \cdot \delta(t - t_0)$$

a)



↓
Verschiebung um t_0 , Dämpfung mit 2π



$$b) a(f) = 20 \log \frac{1}{|H(f)|} \text{ dB} = 20 \log 2\pi \text{ dB} = 16 \text{ dB} = \text{Gewinn}$$

keine Dämpfungs-
verzerrung

Phasengang: $\varphi(f) = -2\pi f t_0$

Phasenlaufzeit: $t_p(f) = -\frac{\varphi(f)}{2\pi f} = -\frac{-2\pi f t_0}{2\pi f} = t_0 = \text{Laufzeit}$

Gruppenlaufzeit:

$$t_g(f) = -\frac{d\varphi(f)}{2\pi df} = -\frac{d(-2\pi f t_0)}{2\pi df} = t_0 = \text{Laufzeit}$$

→ keine Laufzeitverzerrung

→ verzögerungsfreie Dämpfung

Aufgabe 4.2

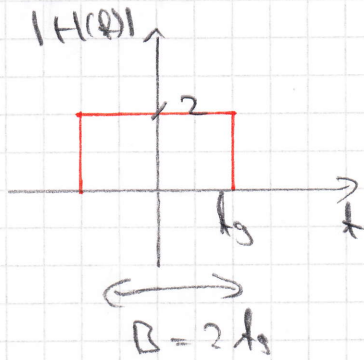
A.10

$|H(0)| = 2 \rightarrow$ aktiver Tiefpass

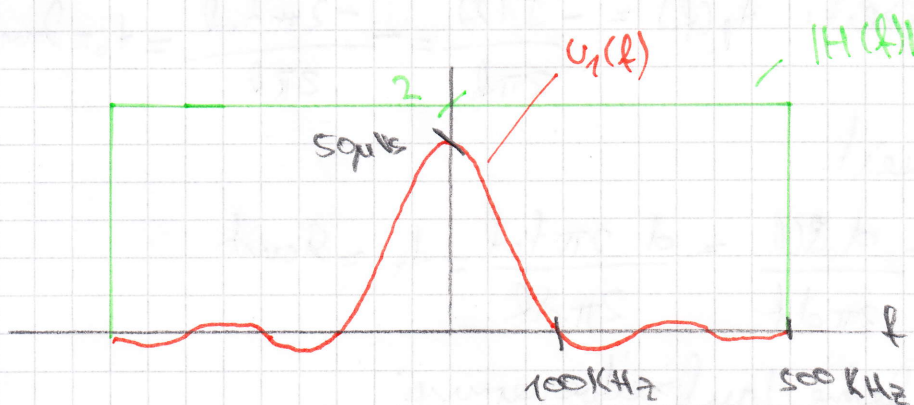
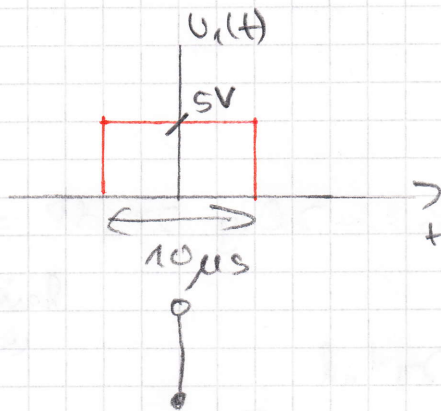
$$t_p = 10 \mu s$$

a) Verschiebungssatz

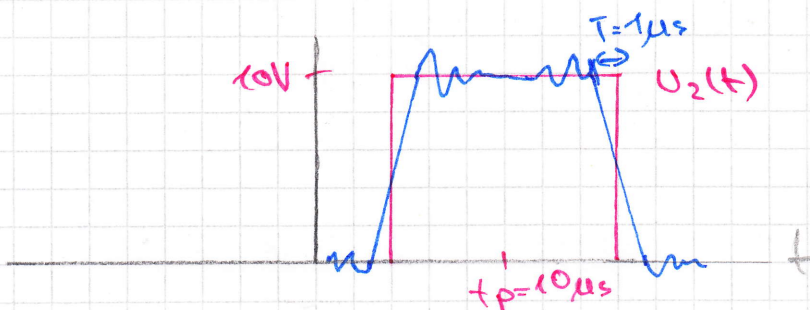
$$H(f) = 2 \operatorname{rect}\left(\frac{f}{2f_0}\right) e^{-j2\pi f t_p}$$



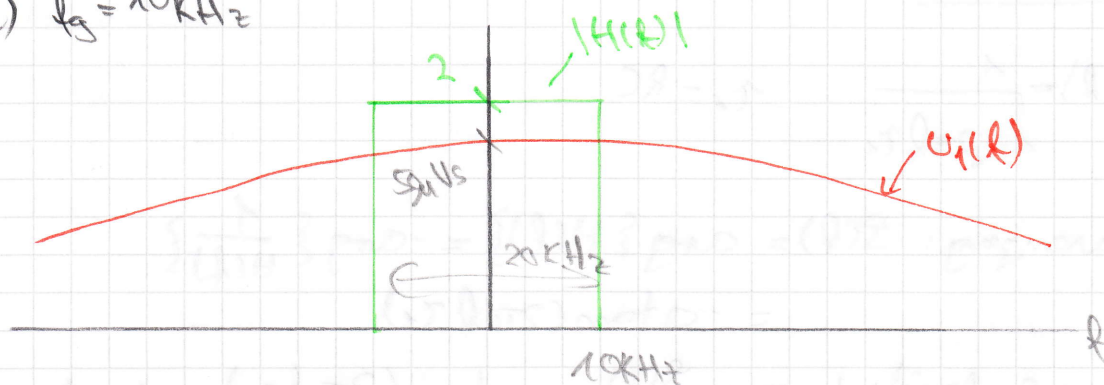
b)



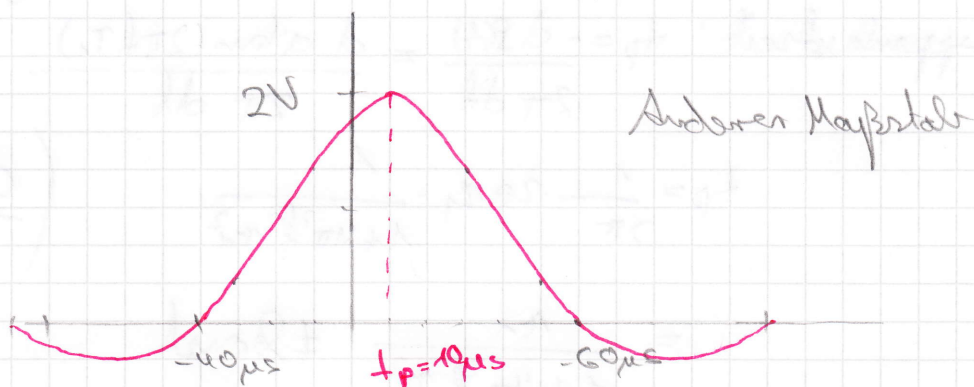
Ausgangssignal ist näherungsweise si-Funktion verstärkt um 2



c) $f_g = 10 \text{ kHz}$



si-Funktion ist im Durchlaufbereich näherungsweise
konstant $\rightarrow U_2(f)$ ist näherungsweise rechteckförmig



$$T_i \geq \frac{1}{2f_g}$$

$$T_i = 10 \mu\text{s}$$

$$(b) \frac{1}{2f_g} = \frac{1}{2 \cdot 500 \text{ kHz}} = 1 \mu\text{s} < 10 \mu\text{s}$$

$\rightarrow$ Bedingung erfüllt

$$(c) \frac{1}{2f_g} = \frac{1}{2 \cdot 10 \text{ kHz}} = 5 \mu\text{s} \neq 10 \mu\text{s}$$

$\rightarrow$ Bedingung nicht erfüllt

Aufgabe 4.3

A12

$$H(f) = \frac{1}{1 + j2\pi f \tau_1} \quad \tau_1 = RC$$

Phasengang: $\varphi(f) = \arg\{H(f)\} = -\arg\left\{\frac{1}{1 + j2\pi f \tau_1}\right\}$
 $= -\arctan(2\pi f \tau_1)$

Phasenlaufzeit: $t_p = -\frac{\varphi(f)}{2\pi f} = \frac{\arctan(2\pi f \tau_1)}{2\pi f} \neq \text{konst}$

→ Laufzeitverzerrung

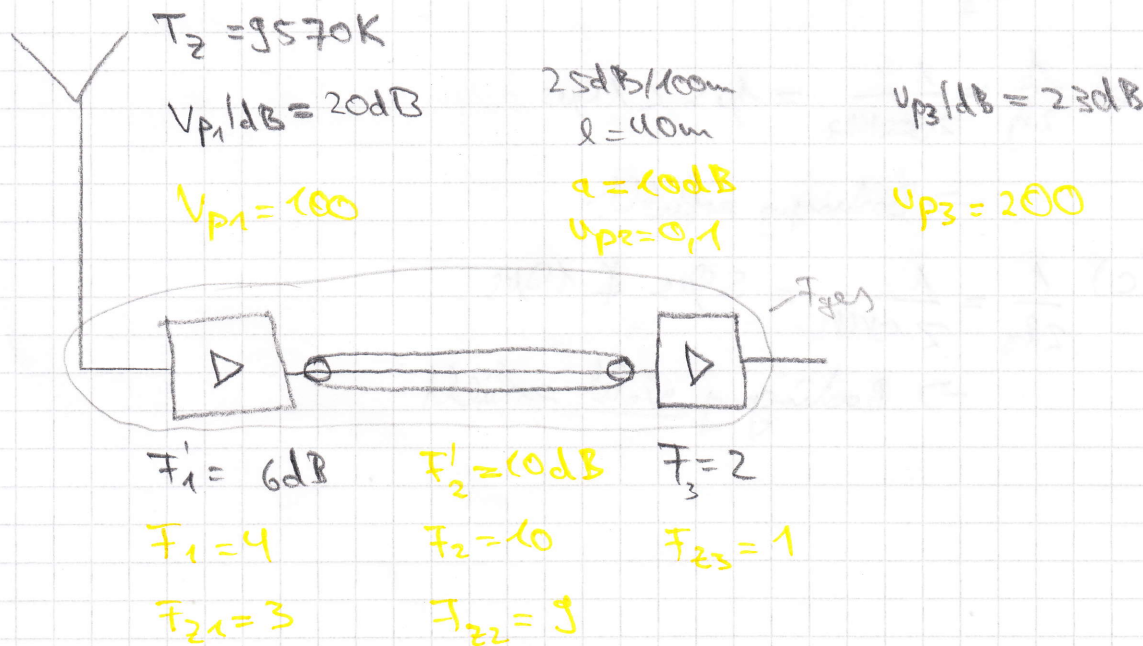
Gruppenlaufzeit: $t_p = -\frac{d\varphi(f)}{2\pi df} = \frac{d \arctan(2\pi f \tau_1)}{2\pi df}$

$$t_p = \frac{1}{2\pi} \cdot 2\pi \tau_1 \cdot \frac{1}{1 + 4\pi^2 f^2 \tau_1^2}$$

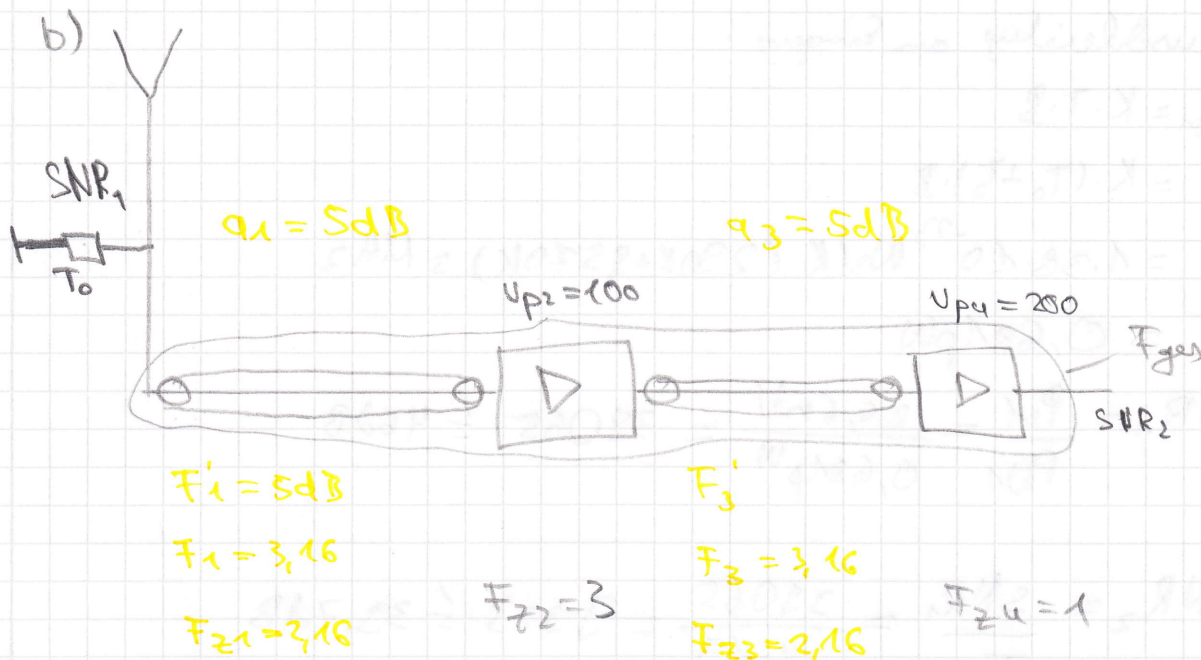
$$\left(\frac{d \arctan x}{dx} = \frac{1}{1 + x^2} \right)$$

$$= \frac{\tau_1}{1 + 4\pi^2 f^2 \tau_1^2} \neq \text{konst}$$

Aufgabe 4.5



$$F_{ges} = 1 + F_{21} + \frac{F_{22}}{V_{p1}} + \frac{F_{23}}{V_{p1} V_{p2}} = 1 + 3 + \frac{9}{100} + \frac{1}{100 \cdot 0,1}$$



$$\begin{aligned}
 F_{ges} &= 1 + F_{21} + \frac{F_{22}}{V_{p1}} + \frac{F_{23}}{V_{p1}V_{p2}} + \frac{F_{24}}{V_{p1}V_{p3}} \\
 &= 1 + 2.16 + \frac{3}{0.316} + \frac{2.16}{0.316 \cdot 100} + \frac{1}{0.316 \cdot 100 \cdot 0.316} \\
 &= 1 + 2.16 + 9.49 + 0.068 + 0.1 \\
 &= 12.7
 \end{aligned}$$

c) $B = 5 \text{ MHz}$

$$L_s = 63 \text{ dBm}$$

$$Z_R = 75 \Omega$$

$$F_{ges} = \frac{SNR_1}{SNR_2} \rightarrow SNR_2 = \frac{SNR_1}{F_{ges}}$$

Signalleistung am Eingang

$$L_s: U_s \downarrow \uparrow 75 \Omega$$

$$P_{s1} = \frac{U_{s1}^2}{Z_R}$$

$$\begin{aligned}
 U_s &= 10^{L_s/20} \\
 &= \sqrt{2} \cdot 10^3 \mu V \\
 &= 1.414 \text{ mV}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(1.414 \text{ mV})^2}{75 \Omega} \\
 &= 26.6 \text{ mV}
 \end{aligned}$$

Rauschleistung am Eingang:

A. 14

$$P_{N1} = K \cdot T \cdot B$$

$$= K \cdot (T_0 + T_z) \cdot B$$

$$= 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ws/K } (290\text{K} + 9570\text{K}) \cdot 5 \text{ MHz}$$

$$= 0,681 \text{ pW}$$

$$\text{SNR}_1 = \frac{P_{s1}}{P_{N1}} = \frac{26,6 \text{ mW}}{0,681 \text{ pW}} = 39065 \hat{=} 46 \text{ dB}$$

$$\text{SNR}_2 = \frac{\text{SNR}_1}{F_{\text{ges}}} = \frac{39065}{4,19} = 9323 \hat{=} 39,7 \text{ dB}$$