

Prüfungähnliche Übungsaufgaben

①

Aufgabe 1

binär, bipolar $\rightarrow m = 2$

$$P_s = 100 \text{ mW}$$

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

$$N_0 = 40 \text{ nW/Hz}$$

a) $B_{Nq} = \frac{r_s / \text{Symbol}}{2}$

binär: $r_b = r_s$

$$= \frac{r_b / \text{bit}}{2}$$

maximal mögliche Bitrate für $B_{Nq} = B_K$

$$B_K = \frac{r_{b,\max} / \text{bit}}{2}$$

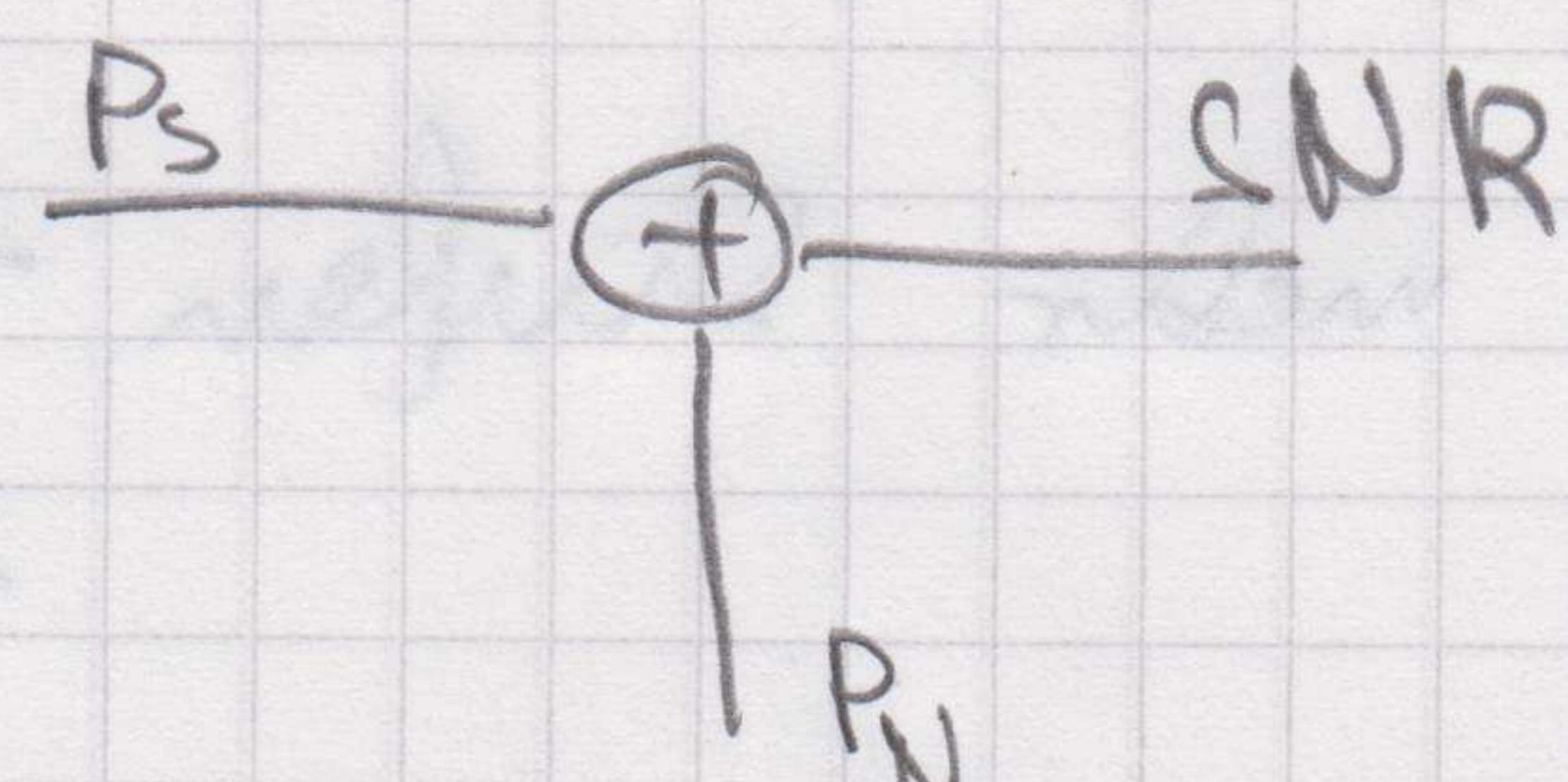
$$\begin{aligned} r_{b,\max} &= 2 B_K \cdot \text{bit} = 2 \cdot 100 \text{ kHz} \cdot \text{bit} \\ &= 200 \text{ Kbps}^{-1} \end{aligned}$$

b) $\text{SNR} = \frac{P_s}{P_N} = \frac{P_s}{N_0 \cdot B_K}$

Signal ist nicht Nyquist gefiltert

$$P_N = \frac{40 \text{ nW}}{\text{Hz}} \cdot 100 \text{ kHz}$$

$$= 4 \text{ mW}$$



$$\text{SNR} = \frac{100 \text{ mW}}{4 \text{ mW}} = 25$$

$$\text{BER}_{\text{bi}} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{1}{2} \text{SNR}} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \operatorname{erfc} (3.54)$$

$$\approx 2,87 \cdot 10^{-7}$$

- order -

(2)

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \lg \text{SNR} \text{ dB} = 10 \lg 25 \text{ dB} \\ = 14 \text{ dB}$$

↳ ablesen im Diagramm

$$\text{BER} \approx 3 \cdot 10^{-7}$$

c) max Bit rate = Kanalkapazität

$$r_{\text{b}, \text{max}} = C_K = B_K \cdot \text{ld}(1 + \text{SNR}) \text{ bit} \\ = 100 \text{ kHz} \cdot \text{ld}(1 + 25) \text{ bit} \\ = 4 \cdot 70 \text{ kbs}^{-1}$$

d) $\text{max} = \sqrt{1 + \text{SNR}} = 5,1 \rightarrow m = 5$

e) gewählt: $m = 4$

$$t_s = T = 2 B_K \cdot \text{ld} m \text{ bit} \\ = 2 \cdot 100 \text{ kHz} \cdot \text{ld} 4 \text{ bit} \\ = 400 \text{ kbs}^{-1}$$

f) höhere Stufenzahl \rightarrow geringer Amplitudenunterschiede zwischen Stufen \rightarrow störaufalligen

\rightarrow BER steigt

g) mehr Stufen \rightarrow größerer SNR
 \rightarrow Signalleistung erhöhen

Aufgabe 2

$$r_b = 139 \text{ Mbs}^{-1}$$

$$m = 8$$

$$\text{a) } r_s = \frac{r_b/2}{\text{ld}} = \frac{139 \text{ Mbs}^{-1}/2}{\text{ld } 8}$$

= 23,17 Mb/s \leftarrow auf "Einheit" achtet!

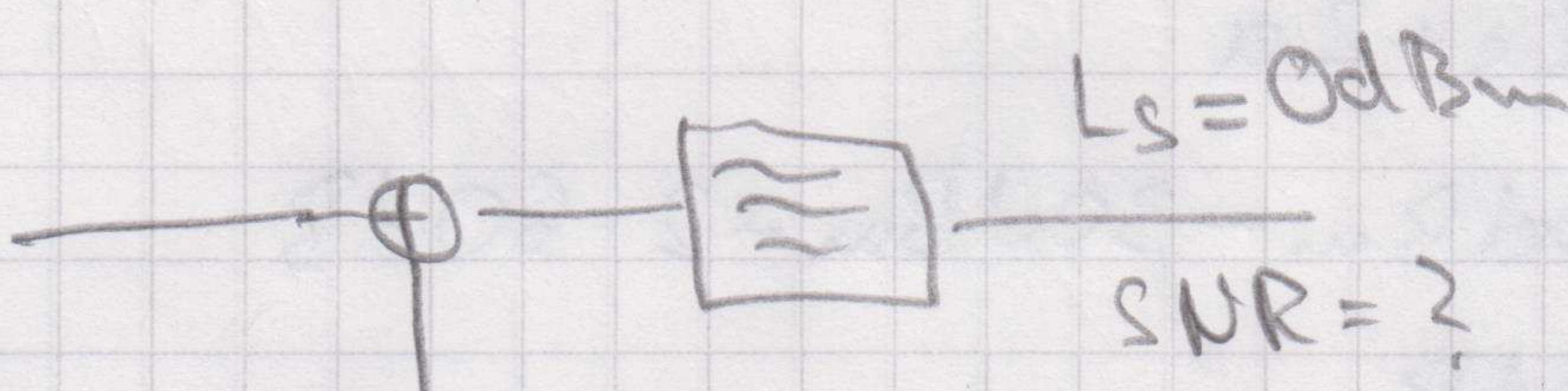
$$\text{b) } B_K = 17 \text{ MHz}$$

$$B_K = f_g = (1+x) \frac{r_s(\text{Symbol})}{2}$$

$$x = \frac{2 B_K}{r_s(\text{Symbol})} - 1 = \frac{2 \cdot 17 \text{ MHz}}{23,17 \text{ Mb/s} / \text{Symbol}} - 1$$

$$= 0,467$$

c)



$$P_N = N_o \cdot B_N$$

$$B_N = \left(1 - \frac{x}{4}\right) \cdot B_{Nq}$$

$$= \left(1 - \frac{0,467}{4}\right) \cdot \frac{r_s(\text{Symbol})}{2}$$

$$= \left(1 - \frac{0,467}{4}\right) \cdot \frac{23,17 \text{ Mb/s} / \text{Symbol}}{2}$$

$$= 10,23 \text{ MHz}$$

$$P_N = 4 \mu \text{W/Hz} \cdot 10,23 \text{ MHz}$$

$$= 40,92 \mu \text{W}$$

$$L_N = 10 \lg \frac{P_N}{1 \text{ mW}} \text{ dBm}$$

$$= -13,9 \text{ dBm}$$

$$\text{SNR} = L_S - L_N$$

$$= 0 \text{ dBm} - (-13,9 \text{ dBm})$$

$$= 13,9 \text{ dB}$$

- oder -

$$P_S = 1 \text{ mW}$$

$$\text{SNR} = \frac{P_S}{P_N} = \frac{1 \text{ mW}}{40,92 \mu\text{W}} = 24,45$$

Aufgabe 3

a) $L_E = L_S - a + VPL_{dB} - a$

$$VPL_{dB} = L_E - L_S + 2a$$

$$= -30 \text{ dBm} - 30 \text{ dBm} + 2 \cdot 60 \text{ dB}$$

$$= 60 \text{ dB}$$

→ auf Einheit achten
(Schauen auf was sich das Ergebnis bezieht)

b) $F = \frac{\text{SNR}_1}{\text{SNR}_2}$

$$F'_{ges} = \text{SNR}_S \text{ dB} - \text{SNR}_E \text{ dB}$$

$$= 90 \text{ dB} - 20 \text{ dB}$$

$$= 70 \text{ dB}$$

$$F_{ges} = 10^{\frac{F'}{10}} = 10^7$$

$$c) F_{\text{ges}} = 1 + \frac{F_{z,1}}{V_{P1}} + \frac{F_{z,2}}{V_{P1} V_{P2}} + \frac{F_{z,3}}{V_{P1} V_{P2}}$$

1. Kabel: $a = 60 \text{ dB}$

$$F_K = 60 \text{ dB}$$

$$F_K = 10^6$$

$$F_{z,K} = 10^6 - 1$$

$$V_{P1,K} \text{ dB} = -a - 60 \text{ dB}$$

$$V_{P1,K} = 10^{-6}$$

$$F_{\text{ges}} = 1 + F_{z,K} + \frac{F_{z,V}}{V_{P1,K}} + \frac{F_{z,V}}{V_{PK} \cdot V_P}$$

$$F_{z,V} = V_{P1,K} \left(F_{\text{ges}} - 1 - F_{z,K} - \frac{F_{z,K}}{V_P \cdot V_{P1,K}} \right)$$

$$= 10^{-6} \left(10^{-4} - 1 - 10^6 + 1 - \frac{10^6 - 1}{10^6 \cdot 10^6} \right)$$

$$= 8$$

$$F_V = F_{z,V} + 1 = 8 + 1 = 9$$

Aufgabe 4

$$U_1(t) = 5V \cdot \sigma(t)$$

a) Grunddämpfung bei $f = 0 \quad \frac{1}{A(0)}$

oder im Zeitbereich für $t \rightarrow \infty$

$$\alpha = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} \text{ dB} = 20 \lg \frac{5V}{2,5V} \text{ dB} \\ = 6 \text{ dB}$$

$$A(0) = 0,5$$

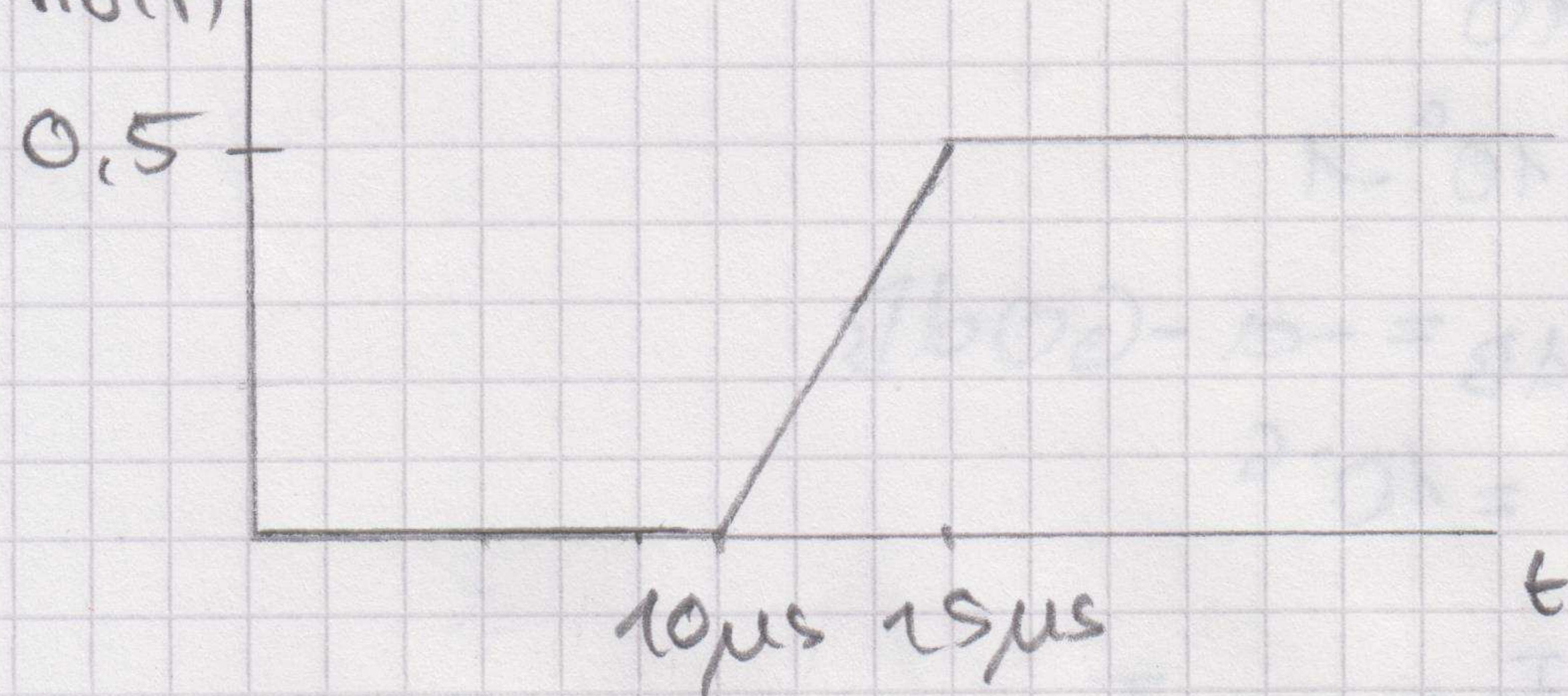
$$\alpha(0) = 20 \lg \frac{1}{0,5} \text{ dB} \\ = 6 \text{ dB}$$

$$b) \Delta t = \frac{1}{2f_g}$$

6

$$f_g = \frac{1}{2\Delta t} = \frac{1}{2 \cdot 5 \mu s} = 100 \text{ kHz} \stackrel{!}{=} B_K$$

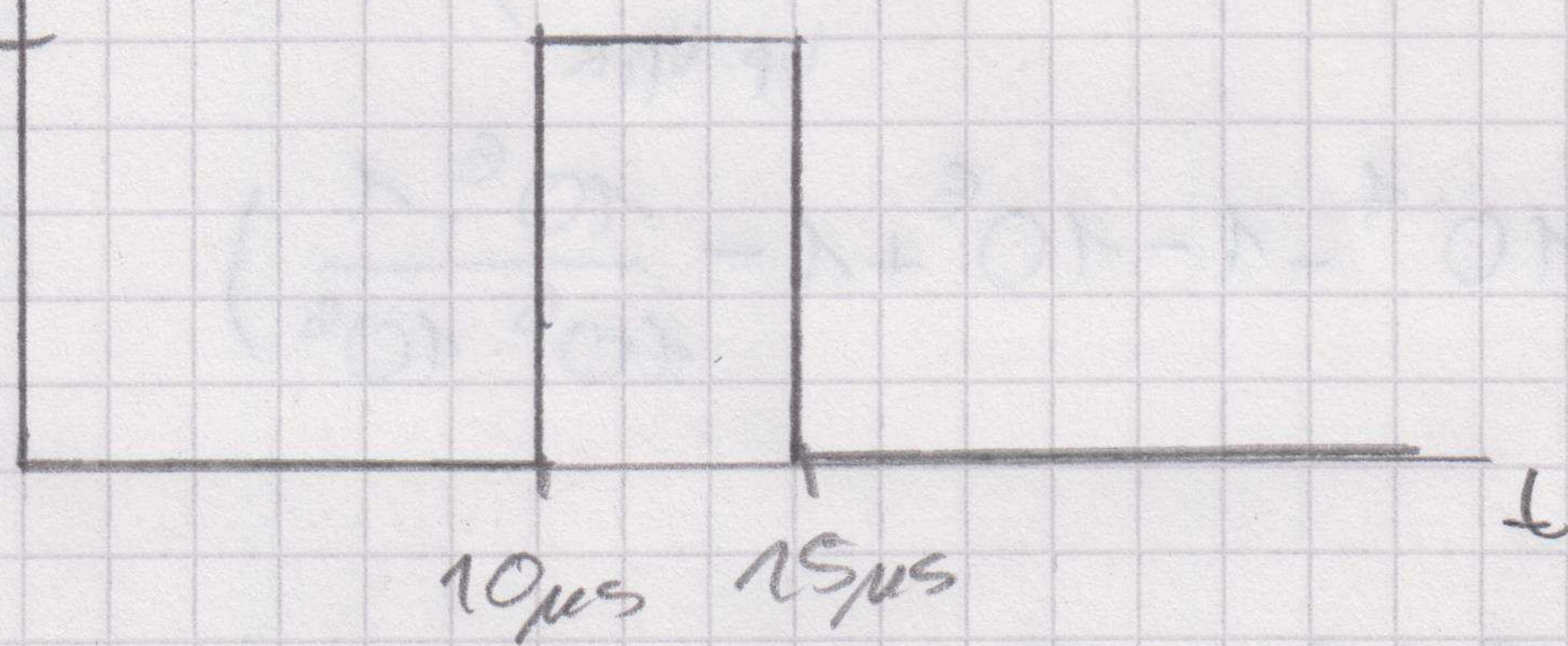
c) $h(t)$



$$\Downarrow \frac{d}{dt}$$

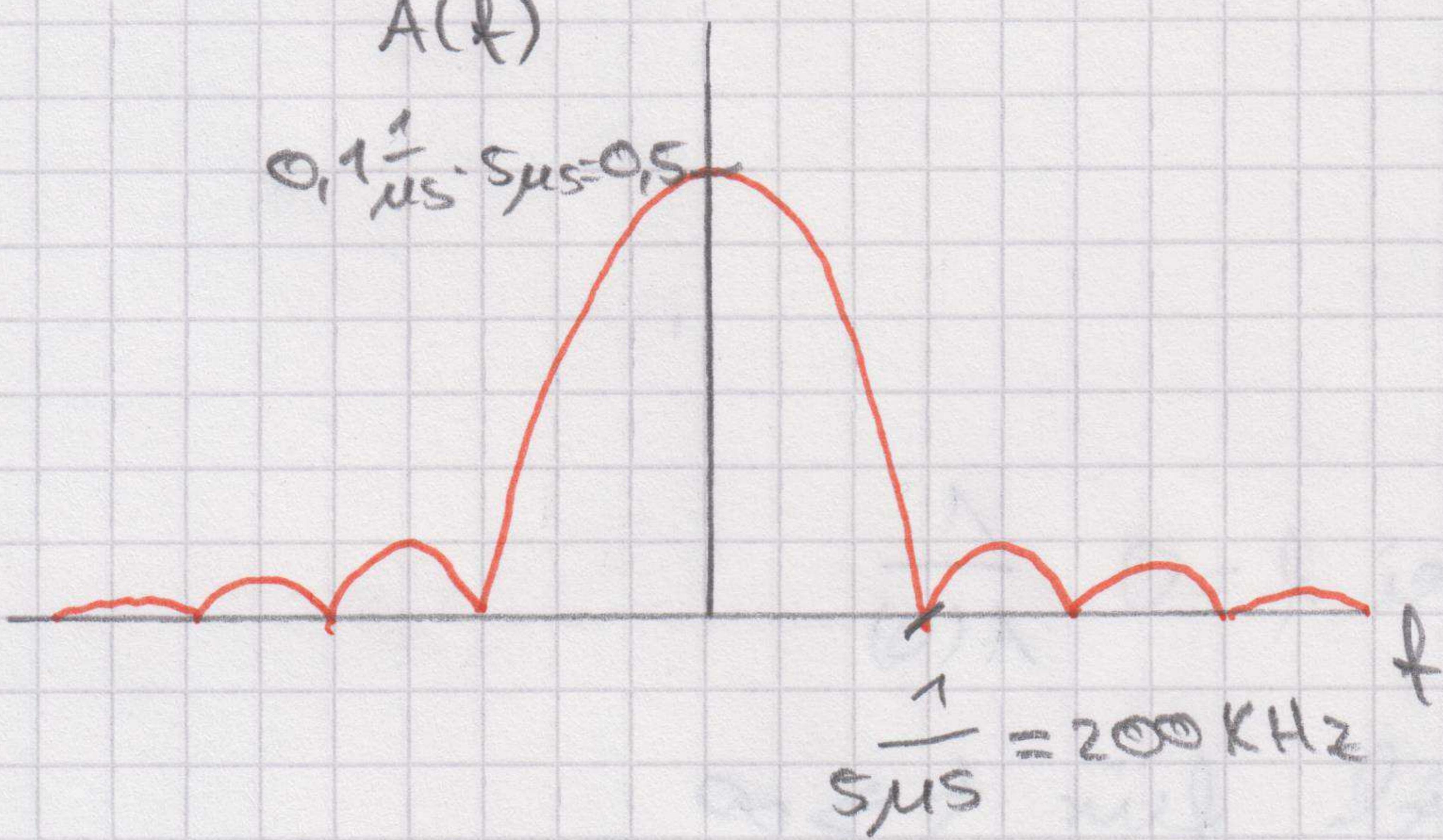
$\kappa(t)$

$$0,5 / 5 \mu s = 0,1 \frac{1}{\mu s}$$



$A(f)$

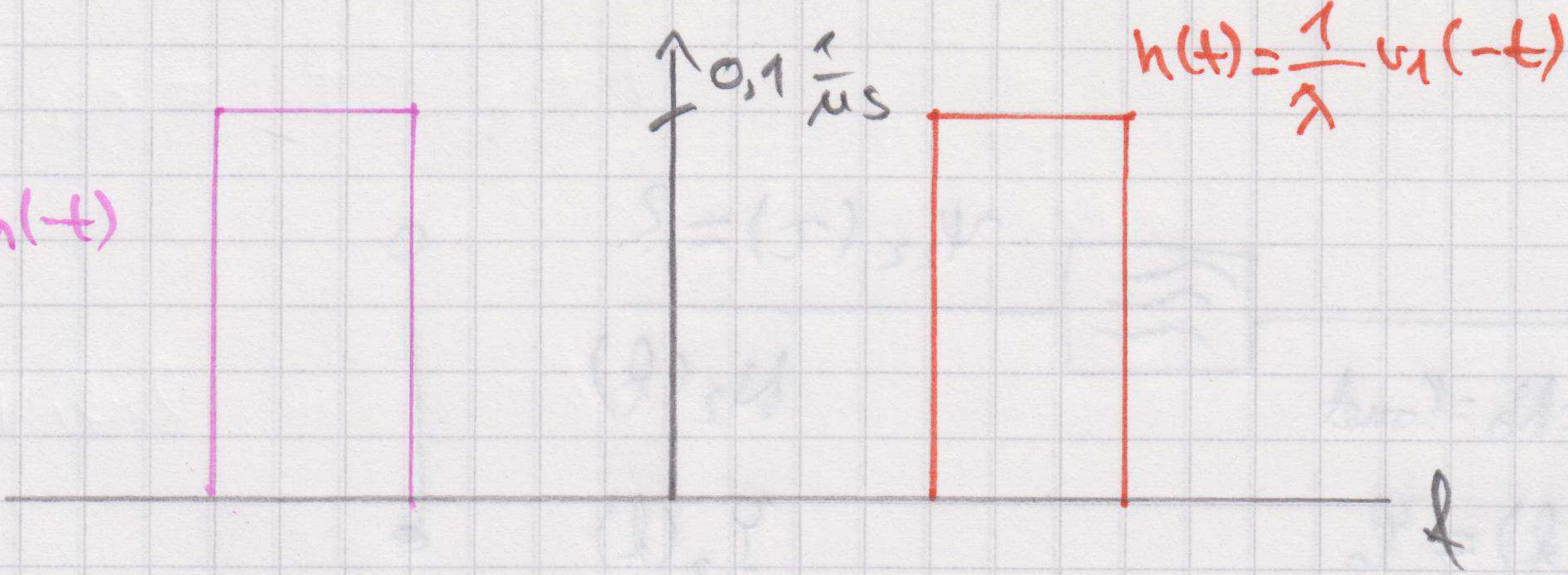
$$0,1 \frac{1}{\mu s} \cdot 5 \mu s = 0,5$$



$$\frac{1}{5 \mu s} = 200 \text{ kHz}$$

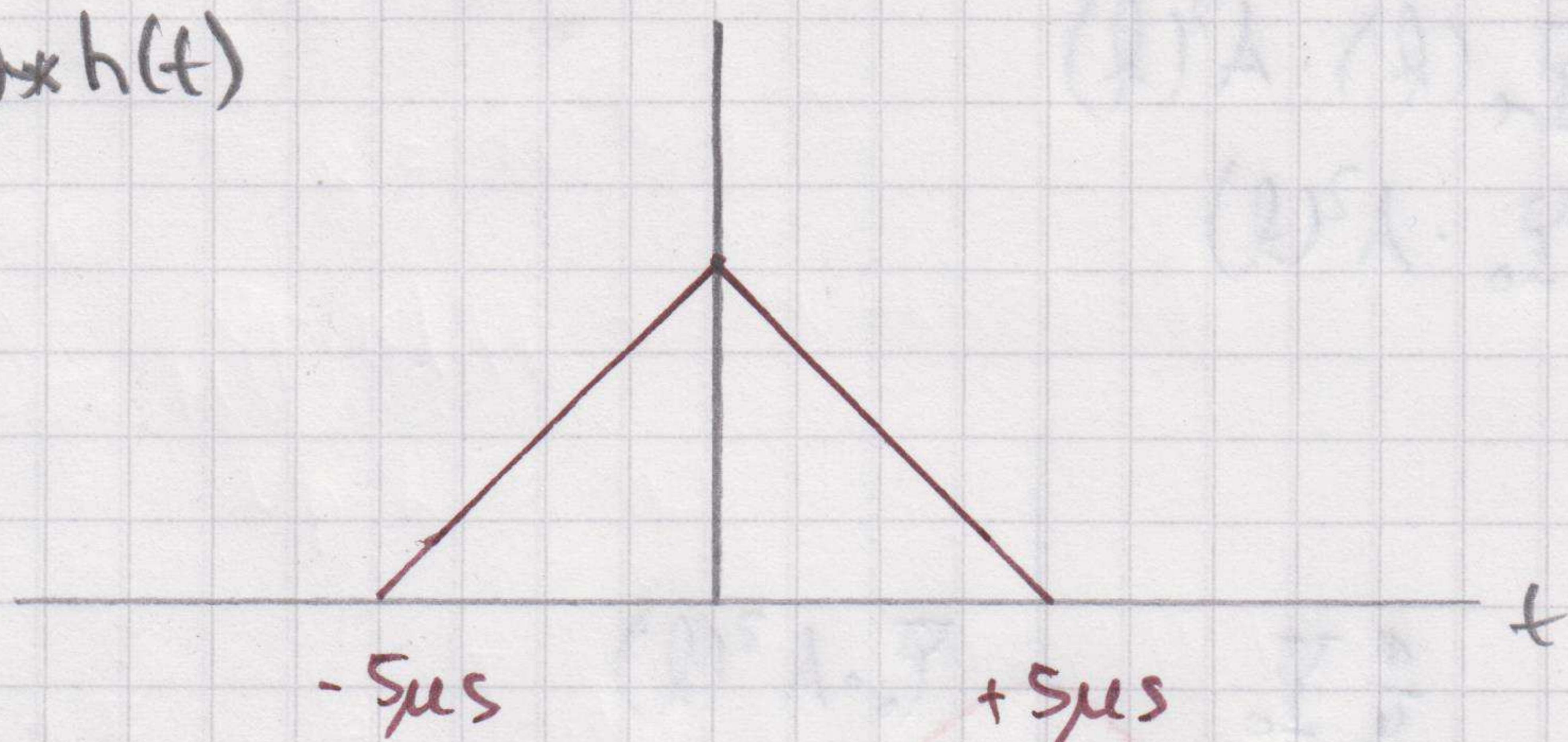
d)

$$u_1(t) = \begin{cases} 1 & t < 0 \\ 0 & t \geq 0 \end{cases}$$



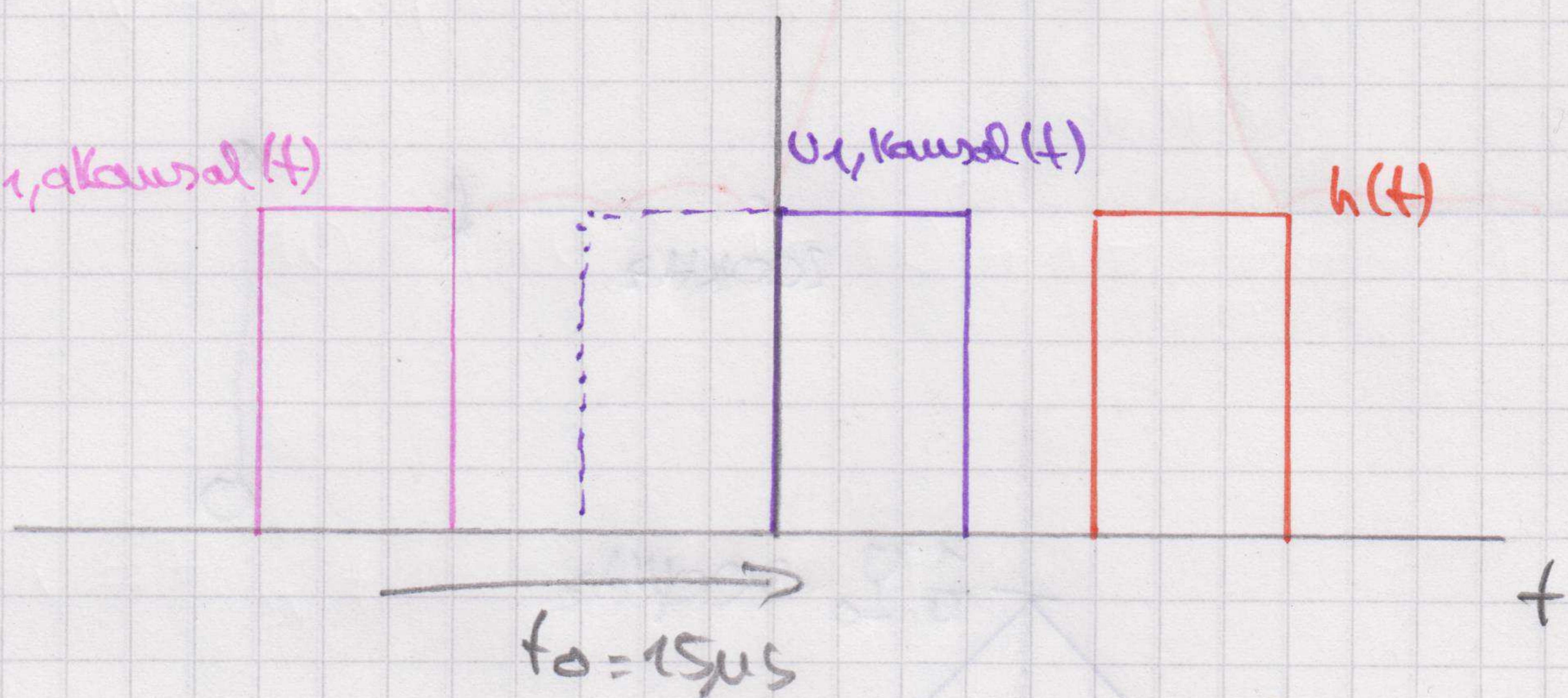
7

$$u_2(t) = u_1(t) * h(t)$$

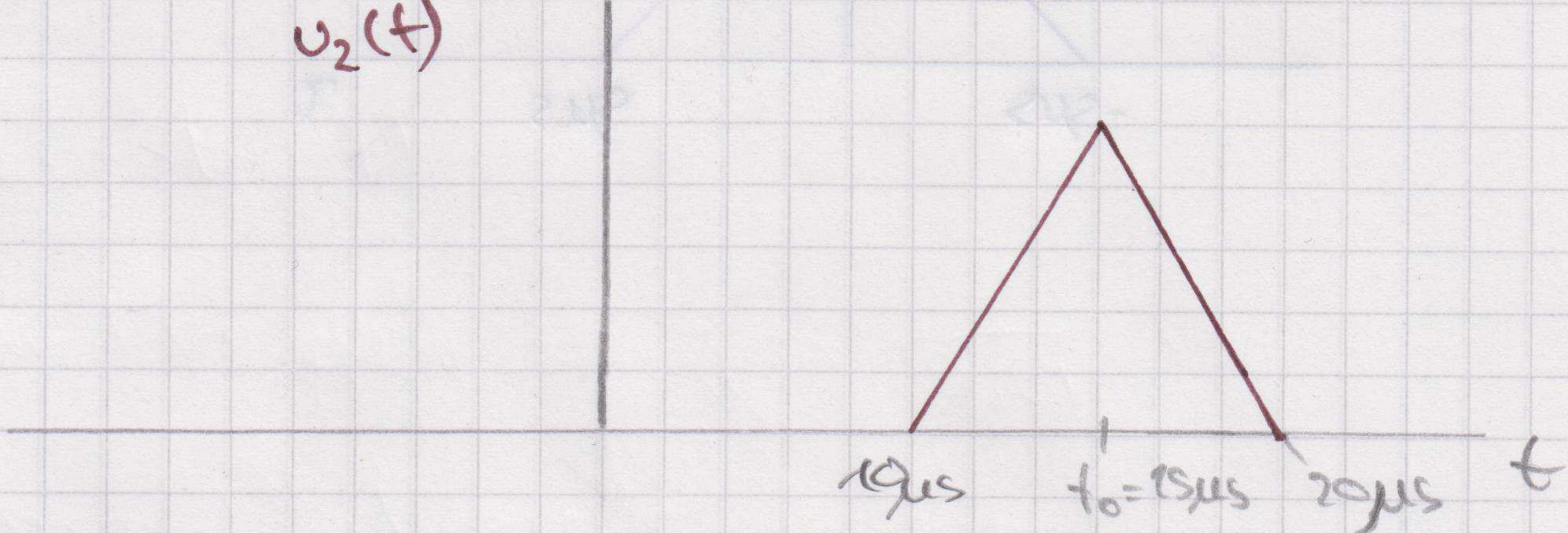


e)

$$u_1, \text{akausal}(t)$$



$$u_2(t)$$



Übergangsregel wird nach rechts verschoben um t_0 .

f)

$$\frac{\Psi_{22}(\tau) = ?}{N_2(f)} \quad N_1(f) = N_0 = \text{const}$$

$$\Psi_1(f) = \Psi_0$$

$$\begin{aligned}\Psi_2(f) &= \Psi_1(f) \cdot A^2(f) \\ &= \Psi_0 \cdot A^2(f)\end{aligned}$$

