

Klausur Grundlagen Nachrichtentechnik
Semestergruppe E4b, 6.2.2004Name: Sascha BleeMatr.-Nr. 16774/2

Hinweis: Formeln dürfen nur aus dem Umdruck des GNT-Vorlesungsskriptums vom WS 2003 oder mathematischen Formelsammlungen übernommen werden (mit Quellenangabe!) Die Übernahme von Formeln aus Fachbüchern, Mitschriften usw. ist nur zur Kontrolle erlaubt! Es muss dann der Lösungsweg mit angegeben werden!

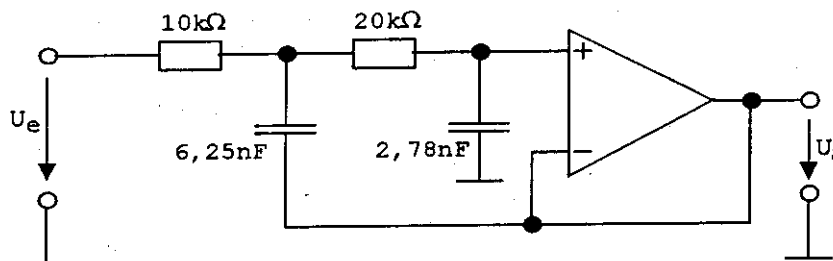
1. Aufgabe (20 Punkte)

Ein Empfangssystem hat eine Bandbreite von 20kHz und 50Ω Ein- und Ausgangswiderstand. Bei einer Eingangsspannung von $3\mu\text{V}$ wird am Ausgang bei 50Ω Lastwiderstand ein Signal-Rauschabstand von 26dB gemessen ($T=290\text{K}$):

- va. Welche Rauschzahl und welches Rauschmaß hat das System?
- vb. Bei welcher Eingangsspannung beträgt das Signal-Rauschverhältnis am Ausgang gleich 1?
- vc. Wie ändern sich die Ergebnisse bei a. und b., wenn die Bandbreite vergrößert wird?

2. Aufgabe (25 Punkte)

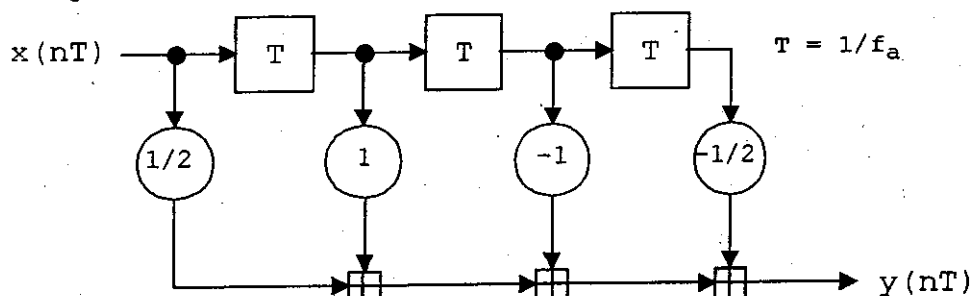
Analysieren Sie das dargestellte Tiefpassfilter!



- va. Geben Sie die Übertragungsfunktion $U_a/U_e = f(\omega)$ in Normalform an!
- vb. Ermitteln Sie die Grenzfrequenz und den Filtertyp!

3. Aufgabe (25 Punkte)

Analysieren Sie das dargestellte FIR-Filter!



RÜCKSEITE!

----->

Aufgabe 1 Skript 2-10

$F = ?$

$B = 20 \text{ kHz}$
 $U_e = 3 \mu\text{V}$

$R_G, R_L = 50 \Omega$
 $\text{SNR}_R(\text{dB}) = 26 \text{ dB}$

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$
 $T = 290^\circ \text{K}$

a) $F(\text{dB}) = \text{SNR}_1(\text{dB}) - \text{SNR}_2(\text{dB})$

$P_{R1} = k \cdot T \cdot B = k \cdot 290^\circ \text{K} \cdot 20 \text{ kHz} = 80 \cdot 10^{-15} \text{ W}$ ✓

$P_{S1} = \frac{(U_e)^2}{R_G} = \frac{(3 \mu\text{V})^2}{50 \Omega} = 180 \cdot 10^{-15} \text{ W}$

$\text{SNR}_1 = \frac{P_{S1}}{P_{R1}} = \frac{180 \cdot 10^{-15} \text{ W}}{80 \cdot 10^{-15} \text{ W}} = \frac{9}{4} = 2,25$ ✓

$10 \cdot \log \text{SNR}_1 = \text{SNR}_1(\text{dB}) = 33,52 \text{ dB}$

$F(\text{dB}) = \text{SNR}_1(\text{dB}) - \text{SNR}_2(\text{dB}) = 33,52 \text{ dB} - 26 \text{ dB} = 7,52 \text{ dB}$ ✓

$F = 10^{\frac{F(\text{dB})}{10}} = 10^{\frac{7,52}{10}} = 5,65$ ✓

10P

c) bei a) Wenn $B >$ dann P_{R1} größer, dadurch SNR_1 kleiner und $\text{SNR}_1(\text{dB})$ kleiner, dadurch wird die Rauschzahl und das Rauschmaß kleiner. ✓bei b) Wenn B größer, dann U_e größer (siehe nächste Seite) ✓

3P

~~$P_{R1} = k \cdot T \cdot B$~~

~~$P_{R2} = k \cdot T \cdot B$~~

~~$P_{S1} = \frac{(U_e)^2}{R_G}$~~

~~$\text{SNR}_1 = \frac{P_{S1}}{P_{R1}}$~~

~~$\Rightarrow \text{SNR}_1 = 5,65$~~

zu 1)

$$b) \quad F = \frac{P_{S1}}{P_{R1}} \Rightarrow \frac{P_{S2}}{P_{R2}} = 1$$

$$F = 5,65$$

$$\Rightarrow F = \frac{P_{S1}}{P_{R1}} = \frac{U_e^2}{R_A \cdot k \cdot T \cdot B} \quad \checkmark$$

$$\Rightarrow U_e = \sqrt{F \cdot k \cdot T \cdot B \cdot R_A} = \sqrt{5,65 \cdot k \cdot 290^\circ K \cdot 204 Hz \cdot 50 \Omega}$$

$$\underline{U_e = 150 nV} \quad \checkmark$$

(5P)

Aufgabe 2

Skript S. 4-8

Gl. 4-12

$$R_1 = 10k\Omega$$

$$R_2 = 20k\Omega$$

$$C_1 = 6,25nF$$

$$C_2 = 2,78nF$$

$$a) \frac{U_a}{U_e} = \frac{1}{1 + j\omega C_2 (R_1 + R_2) + (j\omega)^2 C_1 C_2 R_1 R_2} \quad \checkmark$$

(5P)

$$\frac{U_a}{U_e} = \frac{1}{1 + j\omega 2,78nF (10k\Omega + 20k\Omega) + (j\omega)^2 6,25nF \cdot 2,78nF \cdot 10k\Omega \cdot 20k\Omega}$$

$$b) \frac{U_a}{U_e} = \frac{1}{1 + j\omega \underbrace{83,4\mu sec}_{a/\omega_g} + (j\omega)^2 \underbrace{3,475nsec}_{b/\omega_g^2}}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^2 = \frac{a^2}{b} = \frac{(83,4\mu sec)^2}{3,475nsec} = 2 \quad \checkmark$$

$$\frac{a^2}{b} = 2 \text{ entspricht Butterworth } \left(\frac{1,414^2}{1}\right) \quad \checkmark$$

(20P)

$$\frac{a}{\omega_g} = 83,4\mu sec \Rightarrow \omega_g = \frac{a}{83,4\mu s} \Rightarrow \omega_g = \frac{a}{2\pi \cdot 83,4\mu s}$$

$$\omega_g = \frac{1,414}{2\pi \cdot 83,4\mu s} = 2,698kHz \quad \checkmark$$

Aufgabe 3

$$a) H(\omega) = \frac{1}{2} + e^{-j\omega T} - \frac{1}{2} e^{-j2\omega T} - \frac{1}{2} e^{-j3\omega T} \quad \checkmark$$

(5P)

$$= e^{+j1,5\omega T} \left[\frac{1}{2} e^{-j1,5\omega T} + e^{-j0,5\omega T} - \frac{1}{2} e^{-j0,5\omega T} - \frac{1}{2} e^{-j1,5\omega T} \right]$$

$$\boxed{e^{jx} \cdot e^{-jx} = 2 \cos(x)}$$

$$H(\omega) = e^{-j1,5\omega T} \left[\frac{1}{2} \overset{\text{Sin!}}{2 \cos(1,5\omega T)} + 1 \cdot 2 \cos\left(\frac{1}{2}\omega T\right) \right]$$

$$\underline{H(\omega) = e^{-j1,5\omega T} \left[\cos(1,5\omega T) + 2 \cos\left(\frac{1}{2}\omega T\right) \right]}$$

$$b) H(\omega) = e^{j\varphi} [|H(\omega)|]$$

$$\Rightarrow |H(\omega)| = \cos(1,5\omega T) + 2 \cos\left(\frac{1}{2}\omega T\right)$$

$$|H(\omega)| = \cos\left(1,5 \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{4}\right) + 2 \cos\left(\frac{1}{2} \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{4}\right)$$

ω_a	$ H(\omega) $
0	3
$1/4$	0,707
$1/2$	0

f

(OP)

c) Da der Betrag $e^{-j1,5\omega T} = 1$, deswegen linearer Phasengang

(OP)

Aufgabe 4

$$a) P_1 = 1 \text{ mW} \cdot 10^{\frac{30}{10}} = 1 \text{ W}$$

$$U_1 = \sqrt{2 \cdot P_1 \cdot 50 \Omega} =$$

$$P_2 = 1 \text{ mW} \cdot 10^{\frac{0}{10}} = 1 \text{ mW}$$

$$P_3 = 1 \text{ mW} \cdot 10^{\frac{10}{10}} = 10 \text{ mW}$$

$$P_4 = 1 \text{ mW} \cdot 10^{-\frac{10}{10}} = 100 \mu\text{W}$$

$$P_5 = 1 \text{ mW} \cdot 10^{\frac{0}{10}} = 1 \text{ mW}$$

✓ (2P)

$$U_1 = \sqrt{2 \cdot P_1 \cdot 50 \Omega} = 10 \text{ V}$$

$$U_2 = \sqrt{2 \cdot P_2 \cdot 50 \Omega} = 0,316 \text{ V}$$

$$U_3 = \sqrt{2 \cdot P_3 \cdot 50 \Omega} = 1 \text{ V}$$

$$U_4 = \sqrt{2 \cdot P_4 \cdot 50 \Omega} = 0,1 \text{ V}$$

$$U_5 = \sqrt{2 \cdot P_5 \cdot 50 \Omega} = 0,316 \text{ V}$$

Schreibweise!

U_g

b)

$$K = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2}$$

$$\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2} \checkmark$$

$$K = 0,109 \hat{=} 10,9\% \checkmark$$

(5P)

$$a) P = \frac{U_g^2}{R} = \frac{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2}{50 \Omega} = \frac{(10 \text{ V})^2 + 2(0,316 \text{ V})^2 + 1 \text{ V}^2 + 2(0,1 \text{ V})^2}{50 \Omega}$$

$$P = 22 \text{ f}$$

$$P_{\text{ges}} = \sum P_i$$

Aufgabe 5

$$a) U_{mod} = \frac{1}{2} V \cos(2\pi f_1 t) \quad \begin{matrix} f_1 = 2 \text{ kHz} \\ \omega_1 = 2\pi f_1 \end{matrix}$$

$$U_{Tr} = 2V \cos(2\pi f_2 t) \quad \begin{matrix} f_2 = 1 \text{ MHz} \\ \omega_2 = 2\pi f_2 \end{matrix}$$

$$U_a = U_x U_y \cdot 1,5 \frac{1}{V} + U_y$$

$$U_a = 0,5V \cos(\omega_1 t) \cdot 2V \cos(\omega_2 t) \cdot 1,5 \frac{1}{V} + 2V \cos(\omega_2 t) \\ = 1,5V \cos(\omega_1 t) \cdot \cos(\omega_2 t) + 2V \cos(\omega_2 t)$$

$$\cos(x_1) \cdot \cos(x_2) = \frac{1}{2} [\cos(x_1 - x_2) + \cos(x_1 + x_2)] \quad \text{Papula S. 97}$$

$$U_a = 1,5V \cdot \frac{1}{2} [\cos(\omega_2 t - \omega_1 t) + \cos(\omega_2 t + \omega_1 t)] + 2V \cos(\omega_2 t)$$

$$U_a = 0,75V \cos(\omega_2 t - \omega_1 t) + 0,75V \cos(\omega_2 t + \omega_1 t) + 2V \cos(\omega_2 t) \quad \checkmark \quad (4P)$$

$$U_{amax} = 2V + 0,75V + 0,75V = 3,5V \quad \checkmark$$

$$U_{amin} = 2V - 0,75V - 0,75V = 0,5V \quad \checkmark \quad (4P)$$

$$b) m = \frac{U_{amax} - U_{amin}}{U_{amax} + U_{amin}} = \frac{3,5V - 0,5V}{3,5V + 0,5V} = \frac{3V}{4V} = 0,75 \hat{=} 75\% \quad \checkmark \quad (3P)$$

m = 1

$$1 = \frac{U_{amax} - U_{amin}}{U_{amax} + U_{amin}}$$

Wenn $U_{amin} = 0$ ist $m = 1$

$$U_{amin} = 0 \Rightarrow U_{mod} = \frac{1}{2} V \quad \text{dann nur}$$

$$\Rightarrow U_{mod} = \frac{1}{2} V \quad \checkmark \quad (3P) \quad \text{späts durch Umrechnung}$$

$$\text{dann } \frac{1}{2} V \cdot 2V \cdot 1,5 \frac{1}{V} = 2V$$

~~halbieren dann so dann~~

späts halbieren, dann je 1V je Satz

$$\Rightarrow 2V - 2 \cdot 1V = 0V = U_{min}$$

zu Aufgabe 5

Wenn ω_{mod} und ω_{TR} vertauscht werden, ~~bleibt der Abstand~~
~~der Trägerseiten~~ ist die Modulationsfrequenz die
 Trägerfrequenz und der Abstand zwischen Träger und
 Seite vergrößert sich. ✓

Ändert sich die
 Funktion der
 Schaltung?

