

74 Punkte

MLP

HAW Hamburg, FB E/I
Prof. Dr. J. Missun

Klausur Grundlagen Nachrichtentechnik
Semestergruppe E4b, 6.2.2004

Name: Sascha Bleie

Matr.-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!

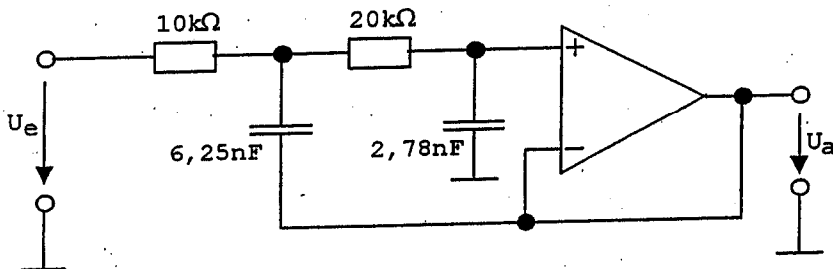
1. Aufgabe (20 Punkte)

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

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

✓2. Aufgabe (25 Punkte)

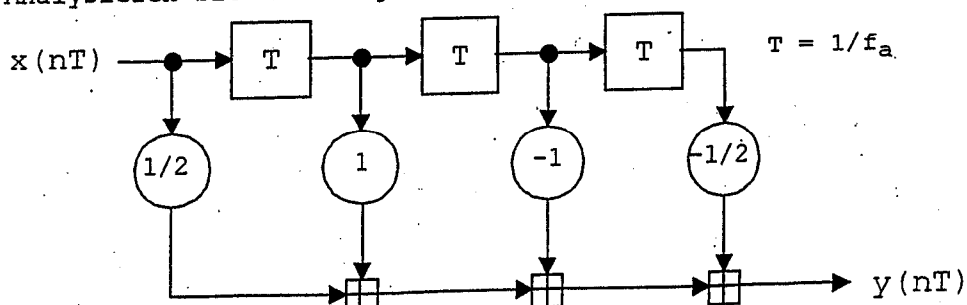
Analysieren Sie das dargestellte Tiefpassfilter!.



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

3. Aufgabe (25 Punkte)

Analysieren Sie das dargestellte FIR-Filter!



RÜCKSEITE!

JS / WS	Semester	Fach	Dozent
03/04	E4	GN	MSS

Aufgabe 1 Skript 2-10

$F = ?$

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

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

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

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

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

$P_{S_1} = \frac{(V_e)^2}{R_G} = \frac{(3 \mu\text{V})^2}{50 \Omega} = 180 \cdot 10^{-15} \text{ W}$

$\text{SNR}_1 = \frac{P_{S_1}}{P_R} = \frac{180 \cdot 10^{-15} \text{ W}}{80 \cdot 10^{-15} \text{ W}} = \underline{\underline{2,25}}$ ✓

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

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

$F = 10^{\frac{7,52}{10}} = 10^{\frac{7,52}{10}} = \underline{\underline{5,65}}$ ✓

10P

c) bei a) Wenn $B >$ dann P_R 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 V_e größer (siehe nächste Seite) ✓

3P

~~$F = \frac{P_{S_1}}{P_R} = \frac{(V_e)^2}{R_G \cdot k \cdot T \cdot B}$~~

~~$F = \frac{P_{S_1}}{P_R} = \frac{(V_e)^2}{R_G \cdot k \cdot T \cdot B}$~~

~~$F = \frac{P_{S_1}}{P_R} = \frac{(V_e)^2}{R_G \cdot k \cdot T \cdot B}$~~

~~$5,65 = \frac{(V_e)^2}{50 \Omega \cdot k \cdot T \cdot B}$~~

$\Rightarrow \sqrt{5,65 \cdot 50 \Omega \cdot k \cdot T \cdot B}$

zu 1)

$$b) \quad \bar{F} = \frac{P_{S1}}{P_{R1}} \Rightarrow \frac{P_{S2}}{P_{R2}} = 1 \quad \bar{F} = 5,65$$

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

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

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

(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)

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

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

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

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

(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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(OP)

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

(OP)

Aufgabe 4

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

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

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

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

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

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

✓ (2P)

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

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

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

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

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

} Stückliste!

~~U₅~~

b)

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

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

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

(5P)

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

$$P = 2 \text{ W}$$

f

$$P_{\text{Ges}} = \sum P_i = 1$$

Aufgabe 5

a) $U_{med} = \frac{1}{2} V \cos(2\pi \cdot 1)$ $\begin{matrix} \swarrow \\ \omega_1 = 2\pi \end{matrix}$

$U_{tr} = 2V \cos(2\pi \cdot 2)$ $\begin{matrix} \swarrow \\ \omega_2 = 2\pi \cdot 2 \end{matrix}$

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

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

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

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

$U_a = 0,75V \cos(\omega_2 t - \omega_1 t) + 0,75V \cos(\omega_2 t + \omega_1 t) + 2V \cos(\omega_2 t)$ ✓

$U_{amax} = 2V + 0,75V + 0,75V = 3,5V$ ✓

$U_{amin} = 2V - 0,75V - 0,75V = 0,5V$ ✓

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

$m = 1$

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

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

$U_{amin} = 0 \Rightarrow U_{med} = \dots$

$\Rightarrow U_{med} = \frac{2}{3} V$ ✓ ~~$\frac{1}{2} V \cdot 1,5 \frac{1}{V} = 0,75V$~~ ~~späts durch Umrechnung~~

denn $\frac{2}{3} V \cdot 2V \cdot 1,5 \frac{1}{V} = 2V$ ~~halbieren dann in dann~~

späts halbieren, dann je $1V$ ~~jede Seite~~

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

zu Aufgabe 5

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

ändert sich die
 Funktion der
 Schaltung?

