

WS 09	Semester E4	Fach GN	Dozent MB
----------	----------------	------------	--------------

FSR - Klausurensammlung 1/2

Klausur Grundlagen Nachrichtentechnik  
Semestergruppe E4a, 26.1.2009

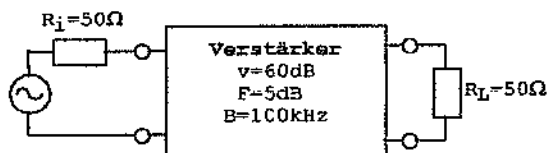
Name: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr. \_\_\_\_\_

**Hinweis:** Formeln dürfen nur aus dem Umdruck des GN-Vorlesungsskriptums bzw. aus GN-Übungen oder mathematischen Formelsammlungen übernommen werden, aber immer mit Quellenangabe! In allen anderen Fällen muss der Lösungsweg (Rechengang) vollständig mit angegeben werden.

**1. Aufgabe (15 Punkte)**

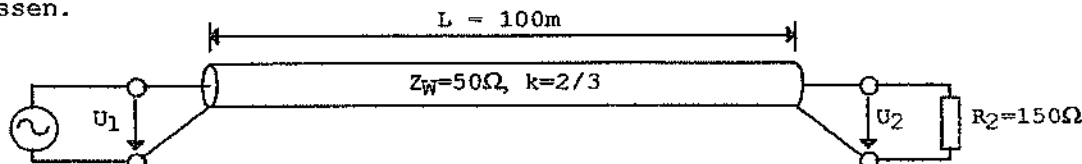
Ein Verstärker mit 100kHz Bandbreite hat eine Verstärkung von 60dB und ein Rauschmaß von 5dB. Die Ein- und Ausgangswiderstände betragen 50Ω. (T=290K)



- Wie groß sind Eingangssignalleistung und Ausgangssignalleistung bei einem SNR am Eingang von 30dB (nur thermisches Rauschen am Eingang)?
- Bei welcher Eingangsspannung tritt am Ausgang ein Signal-Rauschabstand von 0dB auf?

**2. Aufgabe (30 Punkte)**

Eine verlustlose Leitung von 100m Länge ist mit einem Widerstand von 150Ω abgeschlossen.



- Berechnen Sie die Reflexionsfaktoren am Eingang und Ausgang für eine Frequenz von 100kHz. Geben Sie komplexe Größen mit Realteil und Imaginärteil an!
- Wie groß ist die Eingangsimpedanz für f=100kHz?
- Bei welcher nächst höheren Frequenz f>100kHz wird die Eingangsimpedanz reell?

**3. Aufgabe (10 Punkte)**

Am Ausgang eines Leistungsverstärkers wurden bei einem sinusförmigen Eingangssignal mit f=1kHz an einem Lastwiderstand von 10Ω bei den angegebenen Frequenzen folgende Signalpegel gemessen:

fn	1kHz	2kHz	3kHz	ab 4kHz
Ln	16dBV	-24dBV	-40dBV	---

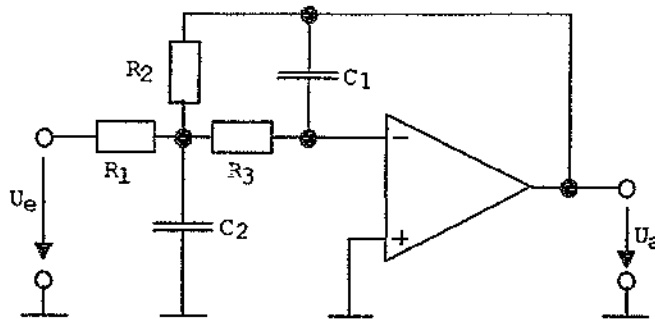
- Wie groß ist der Klirrfaktor
- Welche Leistung wird im Lastwiderstand umgesetzt?

RÜCKSEITE!

----->

#### 4. Aufgabe (25 Punkte)

Das dargestellte Tiefpaßfilter ist für folgende Eigenschaften zu dimensionieren:  
 Butterworth-Charakteristik,  
 Grenzfrequenz: 2,5kHz,  
 Verstärkung bei  $f \rightarrow 0$ : 5fach



Koeffizienten Butterworth:

$$a_1 = 1,414$$

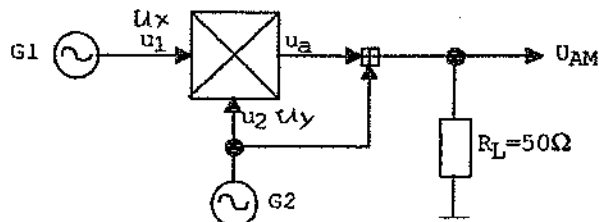
$$b_1 = 1$$

a. Stellen Sie die Übertragungsfunktion in Normalform auf und geben Sie an, in welchen Teilen der Übertragungsfunktion Verstärkung, Filtercharakteristik und Grenzfrequenz stecken.

b. Berechnen Sie  $R_3$ ,  $C_1$  und  $C_2$  wenn  $R_1 = R_2 = 1,5k\Omega$  ist.

#### 5. Aufgabe (20 Punkte)

Mit dem dargestellten Modulator soll ein AM-Signal mit 1MHz Trägerfrequenz und 2kHz Modulationsfrequenz erzeugt werden.



Multiplizierer:  $u_a = u_x \cdot u_y \cdot 0,5V^{-1}$

$$G1: u_1(t) = \hat{u}_1 \cdot \cos(\omega_1 t) \quad G2: u_2(t) = \hat{u}_2 \cdot \cos(\omega_2 t)$$

a. Berechnen Sie  $\hat{u}_1$  für einen Modulationsgrad von 50% und  $\hat{u}_2 = 1V$ !

b. Welche Leistung wird in  $R_L$  erzeugt?

c. Welche Frequenzen müssen an G1 und G2 eingestellt werden?

GK-Klausur:

insgesamt: 5 Zettel + Aufgabenblatt

1. Aufgabe:  $B > 700 \text{ kHz}$ ;  $V = 60 \text{ dB}$ ;  $F_{\text{dB}} = 5 \text{ dB}$ ;  $R_L = 50 \Omega$ 

a)

$$\text{SNR}_{\text{Re (dB)}} = 30 \text{ dB} \hat{=} 1000$$

Formeln S.2-T6 und S.2-T7

$$\text{SNR}_{\text{Re}} = \frac{P_{\text{se}}}{P_{\text{re}}}$$

$$P_{\text{re}} = k \cdot T \cdot B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ W/Hz} \cdot 290 \text{ K} \cdot 700 \text{ kHz} = \underline{\underline{4,002 \cdot 10^{-16} \text{ W}}}$$

$$P_{\text{se}} = \text{SNR}_{\text{Re}} \cdot P_{\text{re}} = 1000 \cdot 4,002 \cdot 10^{-16} \text{ W} = \underline{\underline{4,002 \cdot 10^{-13} \text{ W}}}$$

$$F_{\text{dB}} = \text{SNR}_{\text{Re (dB)}} - \text{SNR}_{\text{a (dB)}}$$

$$\text{SNR}_{\text{a (dB)}} = \text{SNR}_{\text{Re (dB)}} - F_{\text{dB}} = 30 \text{ dB} - 5 \text{ dB} = \underline{\underline{25 \text{ dB}}} \hat{=} 316,23$$

$$\text{SNR}_{\text{a}} = \frac{P_{\text{sa}}}{P_{\text{re}}}$$

$$P_{\text{re}} = F \cdot V \cdot P_{\text{re}} = 3,1623 \cdot 1 \cdot 10^6 \cdot 4,002 \cdot 10^{-16} \text{ W} = \underline{\underline{1,266 \cdot 10^{-9} \text{ W}}}$$

$$P_{\text{sa}} = V \cdot P_{\text{re}} = 1 \cdot 10^6 \cdot 4,002 \cdot 10^{-13} \text{ W} = \underline{\underline{4,002 \cdot 10^{-7} \text{ W}}}$$

b)

$$F = \frac{\text{SNR}_1}{\text{SNR}_2} = 3,1623 = \frac{U_e^2}{R \cdot P_{\text{re}}}$$

$$\Rightarrow U_e^2 = 3,1623 \cdot R \cdot P_{\text{re}}$$

$$U_e = \sqrt{3,1623 \cdot 50 \Omega \cdot 4,002 \cdot 10^{-9} \text{ W}} = \underline{\underline{257,55 \mu\text{V}}}$$

SS, WS	Semester	Fach	Übung
03	E4	GN	MSS
FSR - Klausurensammlung 3/2			

2)

$$l = 700 \text{ m} ; Z_L = 50 \Omega ; R_L = 750 \Omega$$

$$u) \quad \underline{r_2} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{750 \Omega - 50 \Omega}{750 \Omega + 50 \Omega} = \underline{0,5}$$

Formel: Seite 2-6 und Satz 2-4  
und aus Übungsaufgabe  
Nr. 6 des Skriptes

$$\beta = \frac{2\pi f}{k \cdot c_0} = \frac{2\pi \cdot 700 \text{ kHz}}{\frac{2}{3} \cdot 3 \cdot 10^8} = \underline{3,74159 \cdot 10^{-3} \frac{\text{rad}}{\text{m}}}$$

$$\underline{r_1} = \underline{r_2} \cdot e^{-2j\beta l}$$

$\alpha = 0$  per verlustfreie Leitung

$$= 0,5 \cdot e^{-2j\beta l} = 0,5 \cdot e^{-2 \cdot 3,74159 \cdot 10^{-3} \frac{\text{rad}}{\text{m}} \cdot 700 \text{ m}}$$

$$= \underline{0,4045 - j0,2939}$$

$$b.) \quad Z_{in} = Z_0 \cdot \frac{1 - \underline{r_1}}{1 + \underline{r_1}} = 50 \Omega \cdot \frac{1 - (0,4045 - j0,2939)}{1 + (0,4045 - j0,2939)} = \underline{(78,273 + j79,293) \Omega}$$

c.) Die Frequenz wird soweit erhöht, bis aus  $e^{-j0,628318}$  zu  $e^{-j\pi}$  wird.

$$\Rightarrow 2 \cdot \beta \cdot l = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{k \cdot c_0} \cdot l = \pi$$

$$\Rightarrow f = \frac{k \cdot c_0}{4 \cdot l} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 3 \cdot 10^8}{4 \cdot 700 \text{ m}} = \underline{500 \text{ kHz}}$$

SS / WS	Semester	Fach	Dozent
09	E4	GN	MSS

FSR - Klausurensammlung 4/7

WS	Semester	Fach	Dozent
09	E4	GN	MSS
FSR - Klausurensammlung 5/9			

3.)  $R_L = 10 \Omega$ ;  $f_0 = 1 \text{ kHz}$

$f = 1 \text{ kHz}$  :  $-16 \text{ dBV} \hat{=} 6,37 \text{ V} = u_0$

$f = 2 \text{ kHz}$  :  $-24 \text{ dBV} \hat{=} 0,0637 \text{ V} = u_1$

$f = 3 \text{ kHz}$  :  $-40 \text{ dBV} \hat{=} 0,01 \text{ V} = u_2$

$L_u(\text{dBV}) = 20 \cdot \log(u/\text{V})$

$\Rightarrow u = 10^{\frac{L_u(\text{dBV})}{20}}$

a)  $K = \frac{\sqrt{(0,01 \text{ V})^2}}{\sqrt{(0,0637 \text{ V})^2 + (0,01 \text{ V})^2}} = 0,157 \hat{=} 15,7\%$  S.4-2

$P_a = \frac{(u_{\text{eff}})^2}{R_L} = \frac{(6,37 \text{ V})^2}{10 \Omega}$   
 $= 3,98 \text{ W}$

$u_{\text{eff}} = \sqrt{u_0^2 + u_1^2 + u_2^2}$   
 $= 6,37 \text{ V}$

$$f(\omega) = \frac{U_u}{U_e} = \frac{-Y_1 \cdot Y_3}{Y_5 \cdot (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4) + Y_3 \cdot Y_6}$$

~~(S. 3-6)~~

(S. 3-6)

Folie 3-70

$$= \frac{-\frac{1}{R_1} \cdot \frac{1}{R_3}}{j\omega C_1 \left( \frac{1}{R_2} + j\omega C_2 + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} \right) + \frac{1}{R_3} \cdot \frac{1}{R_2}}$$

$$= \frac{-\frac{1}{R_1} \cdot \frac{1}{R_3}}{j\omega^2 C_1 C_2 + j\omega \left( \frac{C_1}{R_2} + \frac{C_1}{R_3} + \frac{C_1}{R_2} \right) + \frac{1}{R_3} \cdot \frac{1}{R_2}} \cdot \frac{R_3 \cdot R_2}{R_3 \cdot R_2}$$

$$\frac{U_u}{U_e} = \frac{-\frac{R_2}{R_1} \rightarrow \text{Vorteilung}}{1 + j\omega C_1 \left( \frac{R_2 R_3}{R_1} + R_2 + R_3 \right) + j\omega^2 (C_1 C_2 R_2 R_3)}$$

$\downarrow$   $\frac{U_1}{\omega_g}$        $\downarrow$   $\frac{U_1}{\omega_g^2}$

$$b.) \quad \frac{U_1}{\omega_g} = G \left( \frac{R_2 R_3}{R_1} + R_2 + R_3 \right)$$

$$\begin{aligned} R_2 &= 1,5 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 1,5 \text{ k}\Omega \\ R_1 &= 2,5 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

$$\Rightarrow R_1 = \frac{G R_2 R_3 \omega_g}{G(R_2 + R_3) \omega_g + U_1}$$

$$\frac{U_1}{\omega_g^2} = C_1 \cdot C_2 \cdot R_2 \cdot R_3$$

$$|U| = + \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{R_2}{5} = \frac{1,5 \text{ k}\Omega}{5} = 300 \Omega$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{U_1 \cdot R_1}{(R_3 \cdot (R_1 + R_2) + R_1 \cdot R_2) \cdot \omega_g} = 8,57 \text{ nF}$$

$$\frac{U_1}{\omega_g^2} = C_1 \cdot C_2 \cdot R_2 \cdot R_3$$

$$\Rightarrow C_2 = \frac{U_1}{C_1 \cdot R_3 \cdot R_2 \cdot \omega_g^2} = 270,78 \text{ nF}$$

5.)

 $f_{\text{FM}} = 1 \text{ MHz}$ ;  $f_{\text{mod.}} = 2 \text{ KHz}$ ;  $R_L = 50 \Omega$ 

SS / WS	Semester	Fach	Dozent
05	E4	GN	MSS

FSR - Klausurensammlung

$$U_{\text{eff}} = U_x \cdot U_y \cdot 0,5 \text{ V}^{-1} = U_x \cdot U_y \cdot K$$

noch

$$U_{x(t)} = \hat{u}_1 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t)$$

$$U_{y(t)} = \hat{u}_2 \cdot \cos(\omega_2 \cdot t)$$

$$U_{\text{eff}} = U_x \cdot U_y + U_y \cdot U_x$$

$$= \hat{u}_1 \cdot \cos(\omega_1 t) \cdot \hat{u}_2 \cdot \cos(\omega_2 t) \cdot K + \hat{u}_2 \cdot \cos(\omega_2 t) \cdot \hat{u}_1 \cdot \cos(\omega_1 t) \cdot K$$

$$= \frac{1}{2} \cdot K \cdot \hat{u}_1 \cdot \hat{u}_2 \cdot \cos[(\omega_2 + \omega_1) \cdot t]$$

$$+ \frac{1}{2} \cdot K \cdot \hat{u}_1 \cdot \hat{u}_2 \cdot \cos[(\omega_2 - \omega_1) \cdot t]$$

$$+ \hat{u}_2 \cdot \cos(\omega_2 t)$$

Umfangen nach Beibl. S. 339

$$a) m = \frac{\hat{u}_{\text{eff}}}{\hat{u}_{\text{FM}}} = 2 \cdot \frac{\hat{u}_{\text{eff}}}{\hat{u}_{\text{FM}}} \quad (5.5-3)$$

$$= 2 \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot K \cdot \hat{u}_1 \cdot \hat{u}_2}{\hat{u}_2} = \frac{K \cdot \hat{u}_1}{1} = 0,5$$

$$\Rightarrow \hat{u}_1 = \frac{0,5}{K} = \frac{0,5}{0,5 \text{ V}^{-1}} = \underline{\underline{1 \text{ V}}}$$

$$b) U_{\text{eff}} = \frac{\hat{u}_1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\hat{u}_2}{\sqrt{2}} \cdot 0,25 \text{ V}^{-1} = \underline{\underline{0,25 \text{ V}}}$$

$$P = \frac{(U_{\text{eff}})^2}{R_L} = \frac{(0,25 \text{ V})^2}{50 \Omega} = \underline{\underline{1,25 \cdot 10^{-3} \text{ W}}}$$

$$c) f_{\text{car}} = f_m = \underline{\underline{2 \text{ KHz}}}$$

$$f_{\text{car}} = f_{\text{FM}} = \underline{\underline{1 \text{ MHz}}}$$