

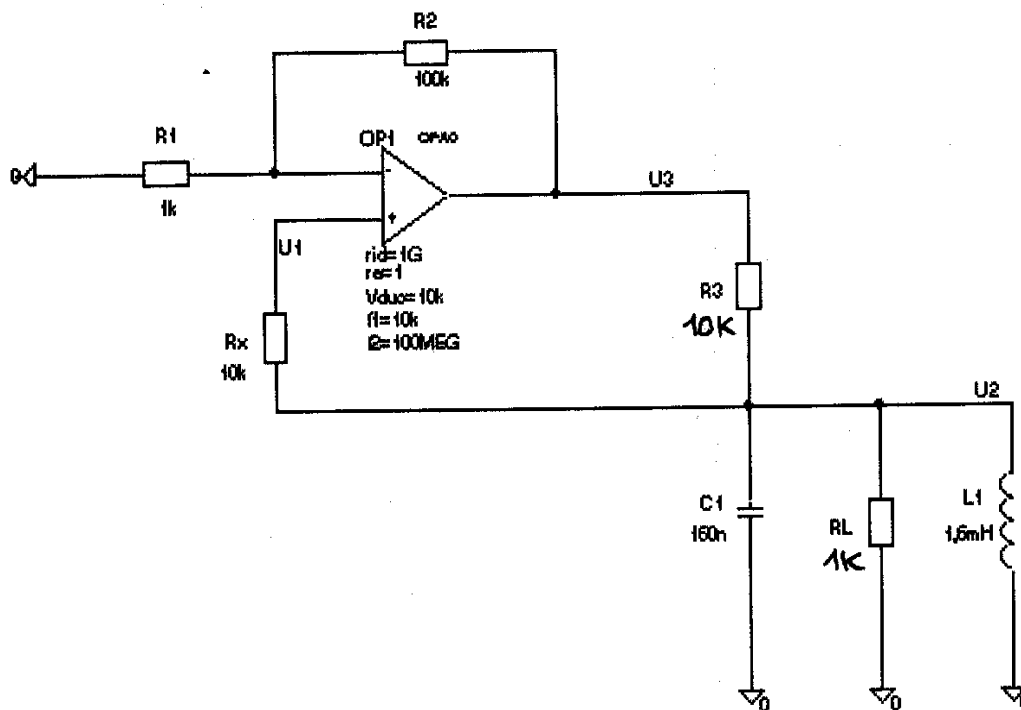
Georg-Simon-Ohm Fachhochschule Nürnberg
 Fachbereich Nachrichten- und Feinwerktechnik
 Prof. Dr. J. Siegl; Semester NT5/ME5; WS 96/97
 Abschlußprüfung Schaltungstechnik
 Hilfsmittel: max. 6 handbeschriebene DIN-A4-Blätter; Taschenrechner
 4 Aufgaben; Prüfung am 04.02.97

Name:

Semester:

1. Aufgabe*19 Punkte*

- 1.1 Wie groß sollte R_x für „Ruhestromkompensation“ eines realen OP-Verstärkers sein?
- 1.2 Bestimmen Sie die Schleifenverstärkung aus U_3/U_1 sowie U_2/U_3 und dem Produkt daraus für den Fall, daß $V_{ud} = 10000/(1 + jf/10 \text{ KHz})$ ist und skizzieren Sie das Ergebnis im Bodediagramm.
- 1.3 Unter welchen Bedingungen erfolgt Schwingungseinsatz?

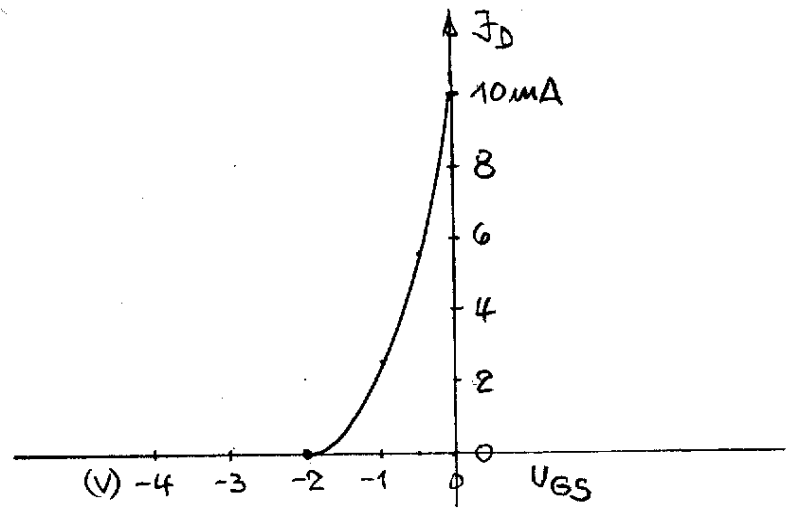
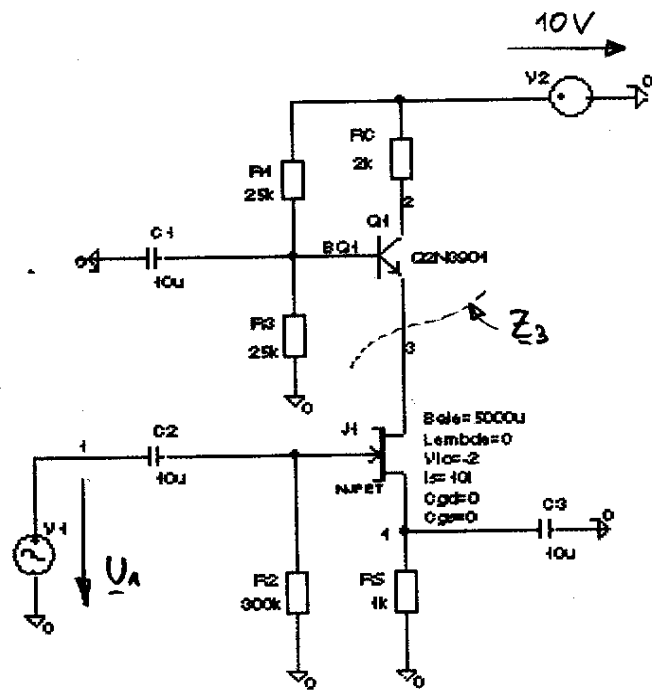


2. Aufgabe

18 Punkte

Q_1 : $I_S = 10^{-5} \text{ A}$; $\beta = 100$; $r_b = 500 \Omega$; $r_c = 200 \text{ k}\Omega$; J_1 wie angegeben;

- 2.1 DC-Analyse: Ermitteln Sie den Arbeitspunkt von Q_1 und J_1 .
- 2.2 Bestimmen Sie $R_{C_{opt}}$ für größtmögliche unverzerrte Aussteuerung von Q_1 .
- 2.3 AC-Analyse im Arbeitspunkt: Wie groß ist Z_3 ? Bestimmen Sie die Verstärkung U_2/U_1 .



18 Punkte

3. Aufgabe

$M_1: U_p = 1V; \beta = 200\mu A/V^2$

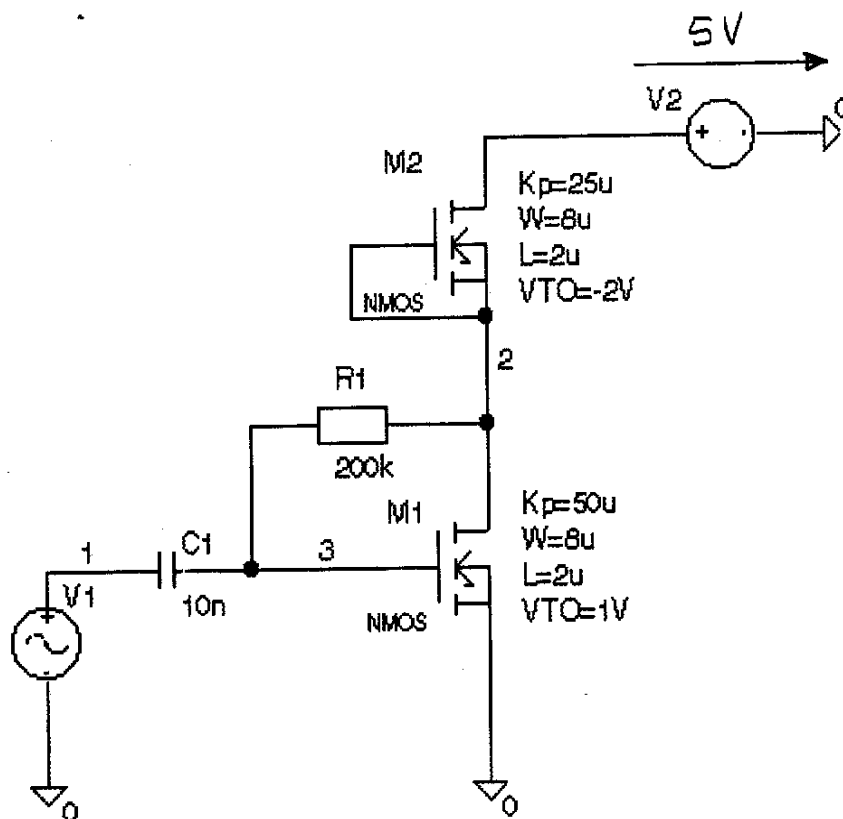
$M_2: U_p = -2V; \beta = 100\mu A/V^2$

3.1 Bestimmen Sie den Arbeitspunkt von M_1 und M_2 (Annahme: M_2 abgeschnürt, mit Begründung).

3.2 AC-Analyse im Arbeitspunkt: Wie groß ist die Verstärkung U_2/U_1 ?

Allgemein gilt:/

$$I_D = \begin{cases} \beta [(U_{GS} - U_p) \cdot U_{DS} - U_{DS}^2/2] \dots \text{Linearer Betrieb} \\ (\beta/2) (U_{GS} - U_p)^2 \dots \text{Sättigungsbetrieb} \end{cases}$$

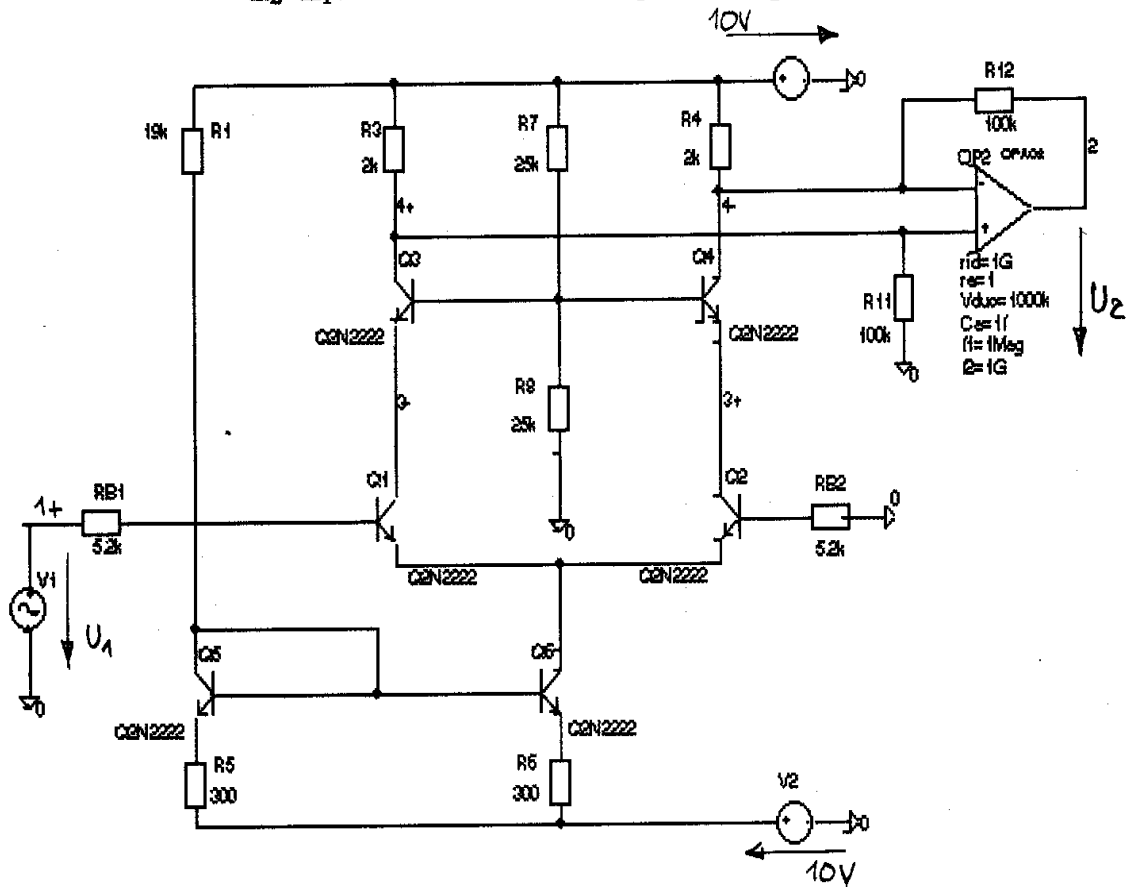


4. Aufgabe

21 Punkte

($Q_1: I_S = 10^{-15} \text{ A}; \beta = 100$)

- 4.1. Bestimmen Sie die Arbeitspunkte der Transistoren Q_1 bis Q_6
- 4.2. Wie groß ist der Eingangswiderstand an 1+, sowie zwischen 3+ und 3- ?
- 4.3. Ermitteln Sie U_2 / U_1 ; bestimmen Sie den Arbeitspunkt von U_2 .

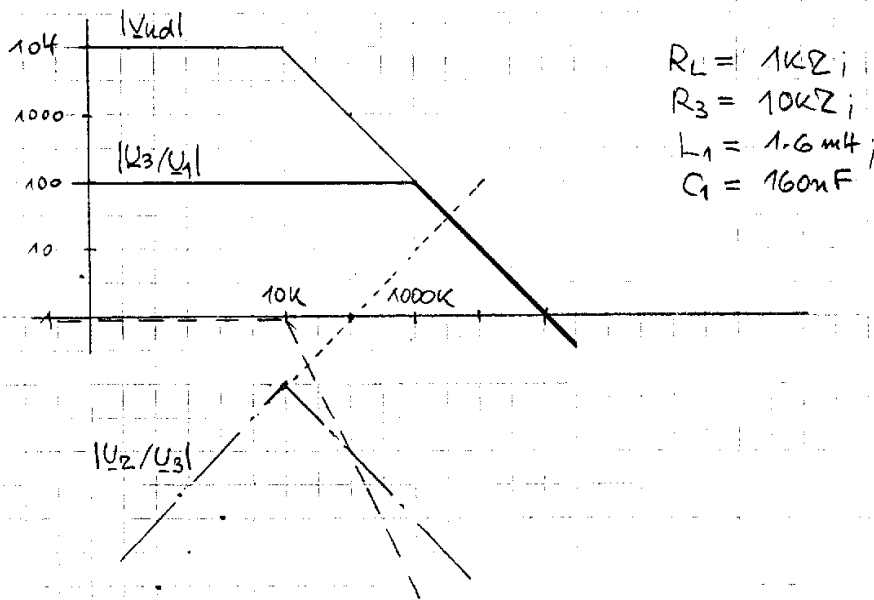


1.1 $R_x = 1k \parallel 100k$

1.2
$$\underline{Z}_x = \frac{1}{1/R_L + j\omega C + 1/j\omega L_1} = R_L \frac{j\omega L_1 / R_L}{1 + j\omega L_1 / R_L + (j\omega)^2 L_1 C}$$

$$\frac{U_2}{U_3} = \frac{\underline{Z}_x}{R_3 + \underline{Z}_x} = \frac{R_L j\omega L_1 / R_L}{R_3 (1 + j\omega L_1 / R_L + (j\omega)^2 L_1 C) + R_L j\omega L_1 / R_L}$$

$$= \frac{R_L}{R_3} \cdot \frac{j\omega L_1 / R_L}{1 + (1 + R_L / R_3) j\omega L_1 / R_L + (j\omega)^2 L_1 C}$$



1.3 $\varphi_g = 0$ bei $f = 10k Hz$; $g = 100 \cdot 1/11$
 \rightarrow Schwingbedingung erfüllt.

2.1 $I_D = \frac{5mA/V^2}{2} \cdot (U_{GS} + 2V)^2 = U_{GS} / 1k\Omega$; $U_{GS}^2 - 4V \cdot U_{GS} + 4V^2 = \frac{2}{5} V \cdot U_{GS}$; $U_{GS} = -1.7$

$I_D^{(A)} = 1.28 mA$; $I_{C,Q1} = 1.28 mA$;
 $U_{DS} = 3V$; $U_{CE} = 3.1V$

2.2 $R_{C,opt} = 2.03 k\Omega$;

2.3 $\underline{Z}_3 = 21\Omega + 5\Omega$;

$$g_{m1, f_1} = \frac{g}{2V} \cdot \sqrt{10mA \cdot 1.28mA} = 1/280\Omega$$

$$g_{m1, f_1} \cdot r_{e, Q1} \cdot g_{m1, Q1} \cdot 2000\Omega \cdot U_1 = U_2 = 7$$

$$3.1 \quad I_{D,M2} = \frac{0.1 \text{ mA/V}^2}{2} \cdot 4\text{V}^2 = 0.2 \text{ mA};$$

$$I_{D,M1} = \frac{0.2 \text{ mA/V}^2}{2} \cdot (U_{GS} - 1\text{V})^2 = 0.2 \text{ mA}; \quad U_{GS} = 2.41\text{V}$$

$$U_{DS,M1} = 2.41\text{V}; \quad U_{DS,M2} = 2.59\text{V};$$

$$3.2 \quad g_{m,M1} \cdot 200\text{k}; \quad g_{m,M1} = \frac{2}{1\text{V}} \cdot \sqrt{0.2 \text{ mA} \cdot 0.1 \text{ mA}} = 1/3.5\text{k}$$

$$= 57; \quad g_{m,M2} = \frac{2}{2\text{V}} \cdot \sqrt{0.2 \text{ mA} \cdot 0.2 \text{ mA}} = 1/5\text{k}$$

$$4.1 \quad I_{C,Q5} = I_{C,Q6} = 1\text{mA}; \quad I_{C,Q1} = I_{C,Q2} = I_{C,Q4} = I_{C,Q3} = 0.5\text{mA}$$

$$U_{CE,Q5} = 0.7\text{V}; \quad U_{CE,Q6} = 9\text{V}; \quad U_{CE,Q1} = U_{CE,Q2} = 5\text{V};$$

$$U_{CE,Q3} = U_{CE,Q4} = 4.7\text{V};$$

$$Z_{14} = 20.8\text{k}\Omega; \quad Z_{3+,3-} = 104\Omega;$$

$$0.5\text{mA} = (10\text{V} - U_{R1})/2\text{k} + U_{R1}/100\text{k}$$

$$0.5\text{mA} = (10\text{V} - U_{R1})/2\text{k} + (U_{R1} - U_2)/100\text{k}$$

$$\rightarrow U_2 = 0;$$

$$\frac{U_1}{208\Omega} + \frac{U_{R1}}{2\text{k}} + \frac{U_{R1}}{100\text{k}} = 0;$$

$$-\frac{U_1}{208\Omega} + \frac{U_{R1}}{2\text{k}} + \frac{U_{R1}}{100\text{k}} - \frac{U_2}{100\text{k}} = 0;$$

$$\frac{U_1}{104\Omega} + \frac{U_2}{100\text{k}} = 0 \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 961;$$