

Georg--Simon-Ohm Fachhochschule Nürnberg
 Fachbereich Nachrichten- und Feinwerktechnik

Name: _____

Prof. Dr. J. Siegl; Semester NT5/ME5; SS 98

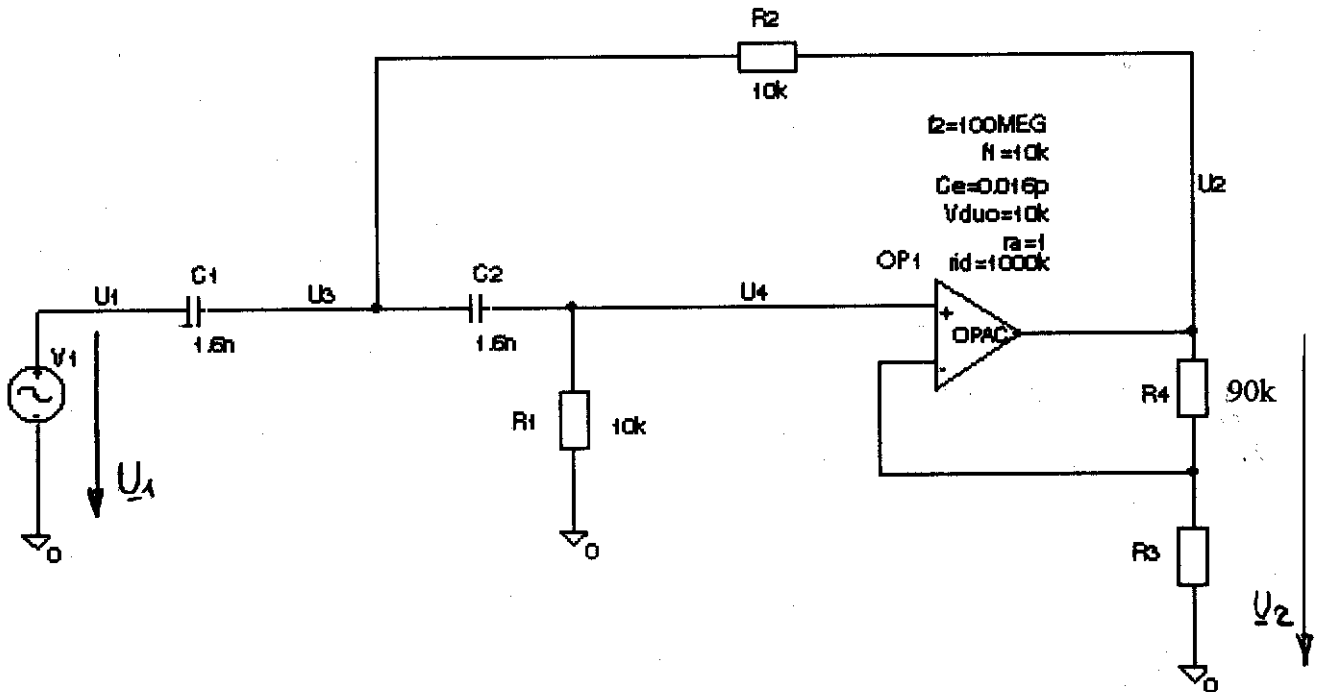
Abschlußprüfung Schaltungstechnik

Hilfsmittel: max. 6 handbeschriebene DIN-A4-Blätter; Taschenrechner (nicht LapTop)

4 Aufgaben; Prüfung am 23.07.98

1. Aufgabe

- 1.1 DC-Analyse: Wie groß sollte R_3 für „Ruhestromkompensation“ bei Verwendung eines realen OP-Verstärkers sein?
- 1.2 AC-Analyse mit $R_3 \Rightarrow \infty$: Ermitteln Sie U_2/U_1 unter Berücksichtigung des Linearverstärkers mit $V_{ud} = 10000/(1 + jf/10\text{kHz})$ und skizzieren Sie das Ergebnis im Bodediagramm.
- 1.3 AC-Analyse mit $R_3 = 10\text{ k}\Omega$: Untersuchen Sie die Stabilität der Schaltung für den Fall, daß der Linearverstärker ideal ist.

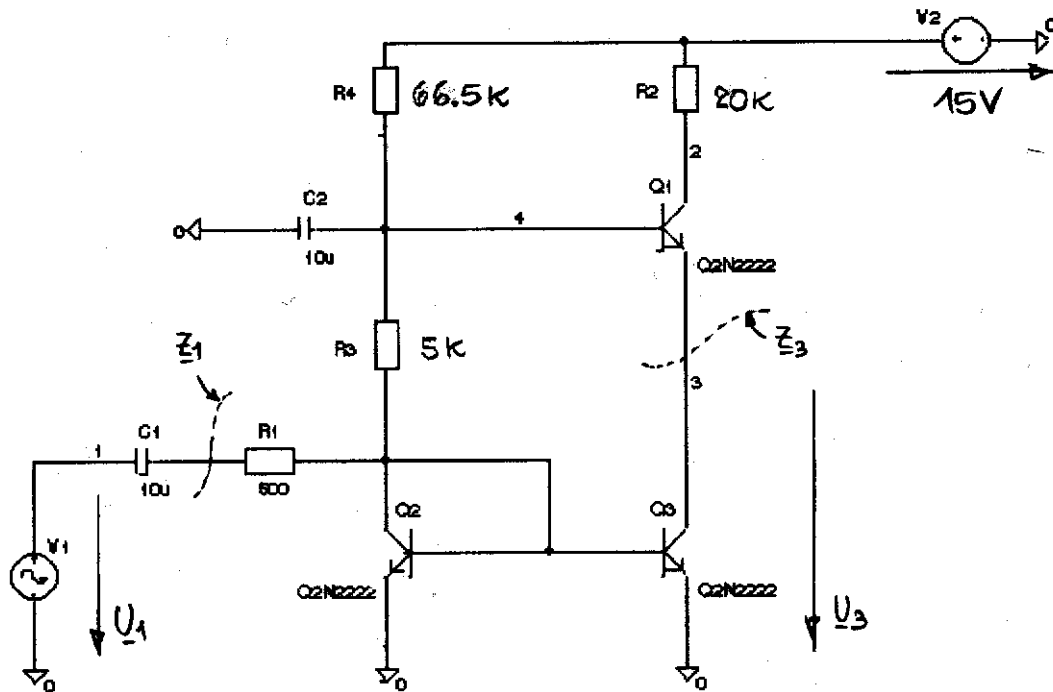


2. Aufgabe

$Q_1, Q_2, Q_3, : I_s = 10^{-15} \text{ A}; \beta = 100;$

2.1 DC-Analyse: Ermitteln Sie den Arbeitspunkt von Q_1, Q_2 und Q_3 .

2.2 AC-Analyse im Arbeitspunkt: Wie groß ist Z_3 ; wie groß Z_1 ? Bestimmen Sie die Verstärkung U_3/U_1 und U_2/U_1 .



3. Aufgabe

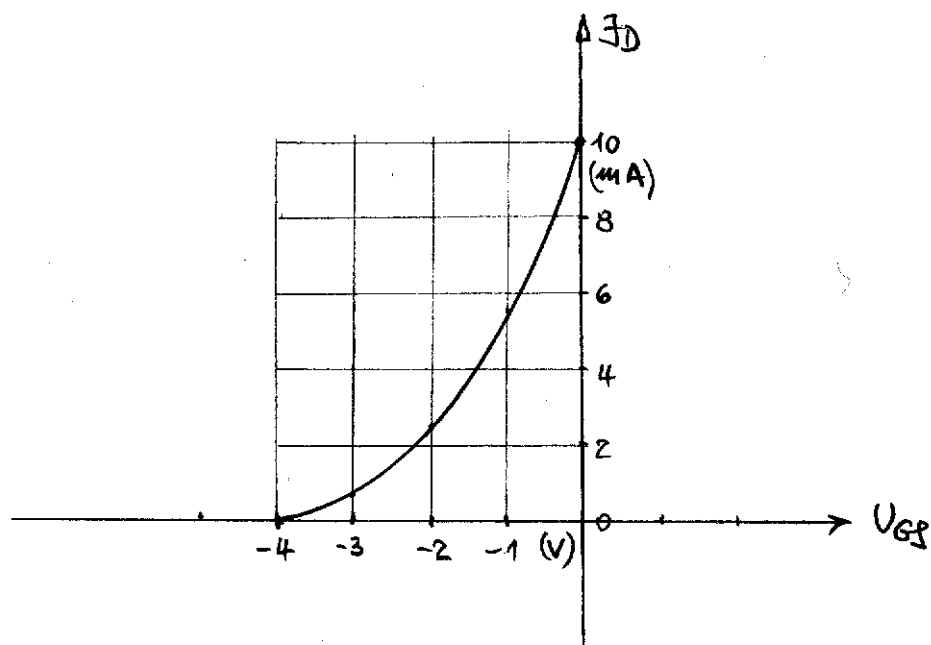
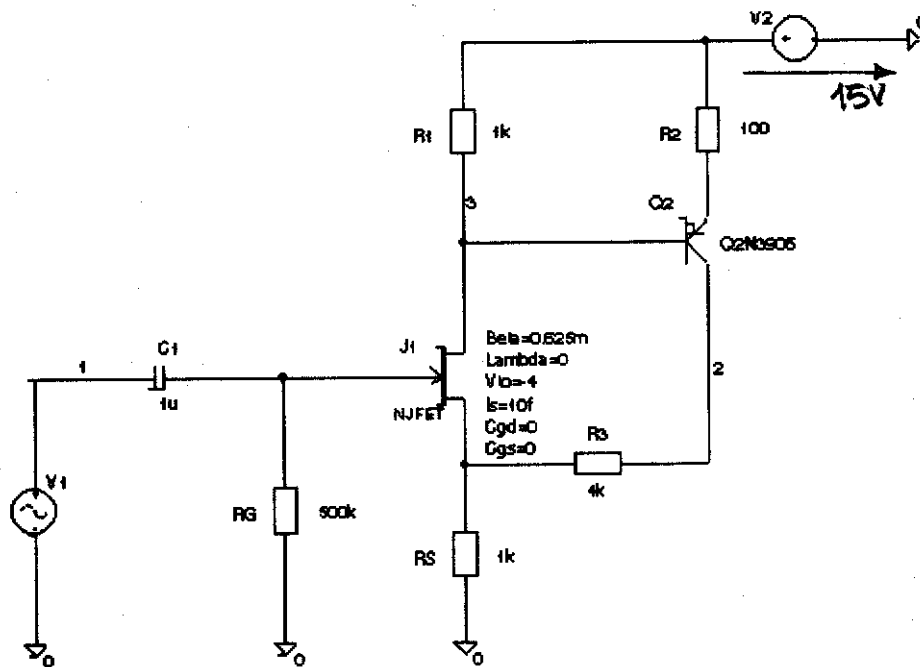
J_1 wie angegeben; Q_2 : $I_{S_2} = 10^{-15} \text{ A}$, $\beta = 100$.

3.1 DC-Analyse: Bestimmen Sie den Arbeitspunkt von J_1 und Q_2 .

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

Allgemein gilt:

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



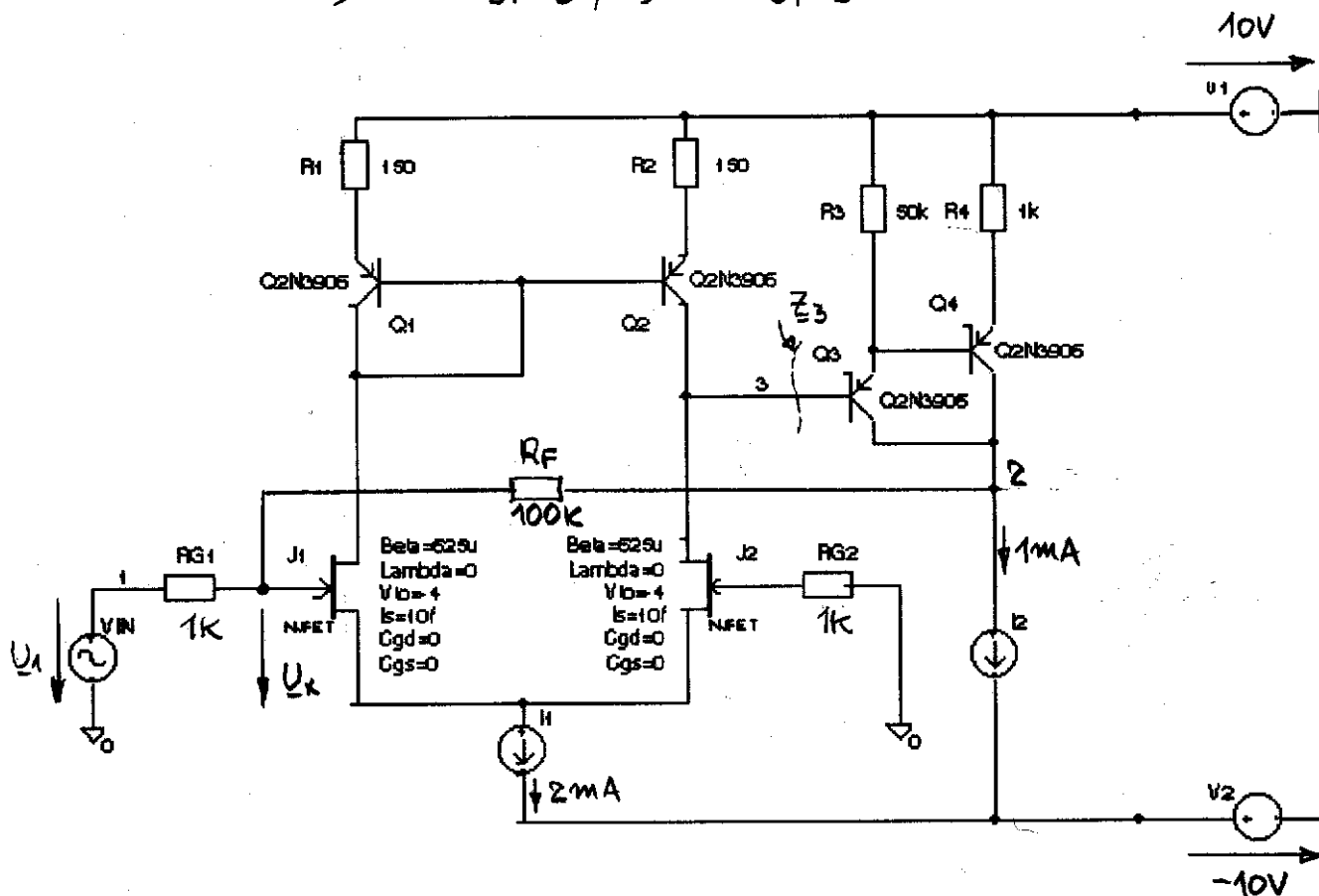
4. Aufgabe

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

4.1. DC-Analyse: Bestimmen Sie die Arbeitspunkte der Transistoren Q_1 bis Q_4 sowie von J_1 und J_2 .

4.2. AC-Analyse: Ermitteln Sie U_3 / U_x und U_2 / U_3 , wie groß ist Z_3 ?

a) ohne $Q_3; R_3$; b) mit $Q_3; R_3$



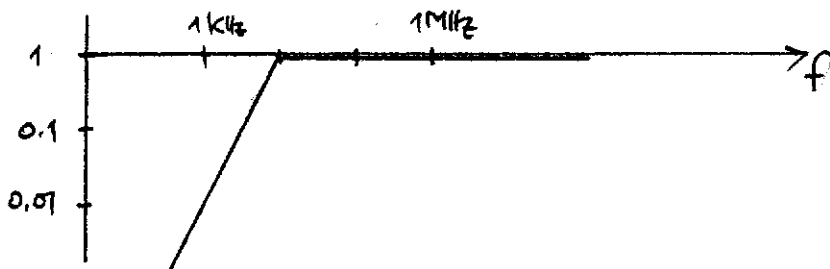
1.1 $R_3 \parallel 90k = 10k$; $R_3 = 11.25k\Omega$

1.2
$$\left(U_1 - U_2 \frac{1+j\omega C_2 R_1}{j\omega C_2 R_1} \right) j\omega C_1 + \left(U_2 - U_2 \frac{1+j\omega C_2 R_1}{j\omega C_2 R_1} \right) / R_2 = \frac{U_2}{R_1}$$

$$U_1 j\omega C_1 R_1 - j\omega C_2 R_1 = U_2 \left\{ j\omega C_1 R_1 + j\omega C_2 R_1 j\omega C_1 R_1 - \frac{R_1}{R_2} j\omega C_2 R_1 + \frac{R_1}{R_2} (1+j\omega C_2 R_1) + j\omega C_2 R_1 \right\}$$

$G = C_2 = C$; $R_1 = R_2 = R$;

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{(j\omega CR)^2}{1+2j\omega CR+(j\omega CR)^2}$$

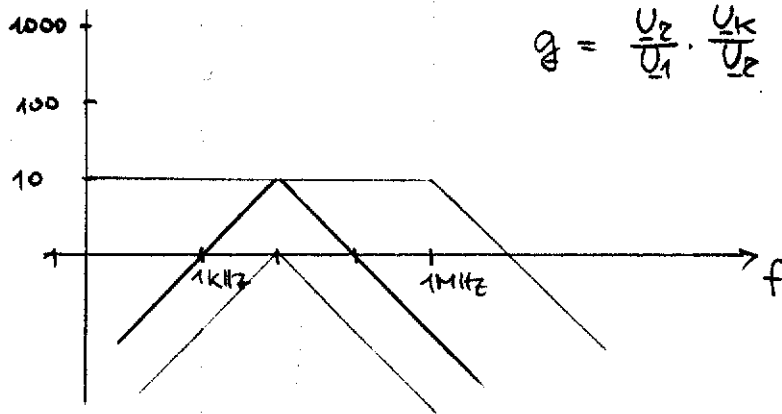


1.3
$$\frac{U_2}{U_1} = 10 \cdot \frac{1}{1+jf/1MHz}$$

$$\left(U_2 - U_k \frac{1+j\omega RC}{j\omega RC} \right) / R = U_k \frac{1+j\omega RC}{R} + \frac{U_k}{R}$$

$$U_2 = U_k \left\{ 1 + j\omega RC + 1 + (1+j\omega RC) / j\omega RC \right\}$$

$$\frac{U_2}{U_k} = \frac{1 + 3j\omega RC + (j\omega RC)^2}{j\omega RC}$$



$$g = \frac{U_2}{U_1} \cdot \frac{U_k}{U_2}$$

bei 10 kHz ist $|g| = 10/3 > 1$ und $\varphi_g = 0^\circ$
 \Rightarrow Schwingung

2.1 $I_{C,Q2} = 0.2 mA = I_{C,Q3} = I_{C,Q1}$; $V_{CE,Q2} = 0.7V$; $V_{CE,Q3} = 1V$
 $V_{CE,Q1} = 10V$;

2.2 $Z_3 = 130\Omega$; $Z_1 = 630\Omega$;

$$U_1 \cdot \frac{130}{630} \cdot \frac{1}{130} \cdot 130 = 0.2$$
; $\frac{U_3}{U_1} = -0.2$; $\frac{U_2}{U_3} = \frac{20000}{130} = 154$; $\frac{U_2}{U_1} = -31$;

3.1 $I_D \cdot 1k = 0.7V + I_C \cdot 100$; $10I_D - 7mA = I_C = 2mA$;
 $U_{GS} = -(I_D + I_C)1k = -11I_D \cdot 1k + 7V$; $I_D = \frac{7V - U_{GS}}{1k}$; $I_D = 0.9mA$
 $U_{DS} = 11.3V$; $V_{CE1} = 4V$; $U_{GS} = -2.8V$

$$g_m^{(1)} = \frac{2}{4V} \cdot \sqrt{10\mu A \cdot 0.9\text{mA}} = 1/670\Omega; \quad g_m^{(2)} = 1/113\Omega;$$

$$U_1 = U_{GS} + \left(\frac{U_{GS}}{670} + \frac{U_{GS}}{670} \cdot 1000 \cdot \frac{1}{113} \right) 1K = U_{GS} (1 + 1.5 + 13.2)$$

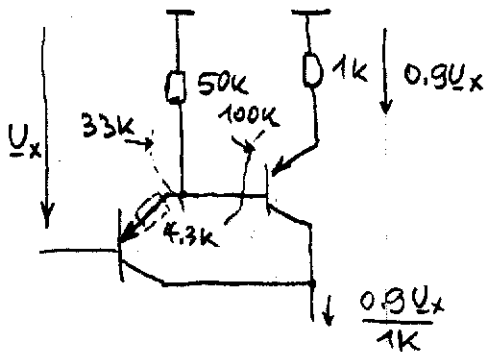
$$U_{GS}/U_1 = 0.064; \quad U_2 = 0.936U_1 + 0.064U_1 \cdot \frac{1000}{670} \cdot \frac{4000}{113} = 4.3U_1$$

$$4.1 \quad I_{D,Q1} = I_{D,Q2} = 1\text{mA}; \quad I_{C,Q1} = I_{C,Q2} = 1\text{mA}$$

$$I_{C,Q3} + I_{C,Q4} = 1\text{mA}; \quad I_{C,Q3} \cdot 50K = 0.7V + I_{C,Q4} \cdot 1K; \quad I_{C,Q4} = 50I_{C,Q3} - 0.7\text{mA}$$

$$I_{C,Q3} = 0.034\text{mA};$$

$$U_{DS,Q1} = 6.5V; \quad U_{DS,Q2} = 4.9V \quad |U_{CE,Q3}| = 8.3V, \quad |U_{CE,Q4}| = 9V;$$



$$Z_3 = 3.7M\Omega$$

$$\frac{U_2}{U_3} \approx 90;$$

$$\frac{U_3}{U_x} \approx 5800;$$

$$g_m^{(2)} = 1/630\Omega$$