

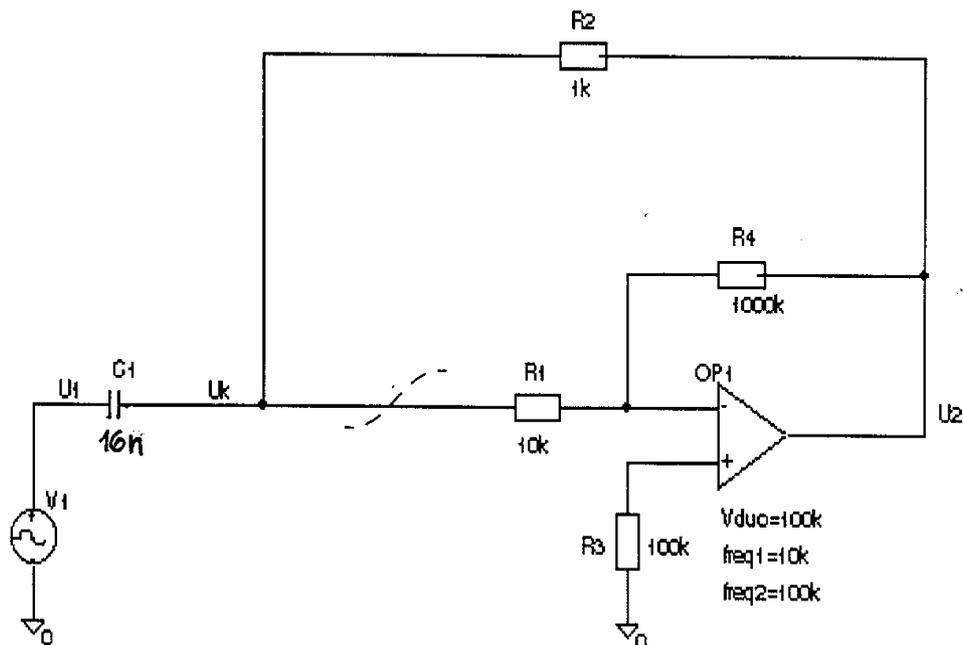
Georg-Simon-Ohm Fachhochschule Nürnberg
 Fachbereich Nachrichten- und Feinwerktechnik
 Prof. Dr. J. Siegl; Semester NT5/ME5; SS 96
 Abschlußprüfung Schaltungstechnik

Name:

Hilfsmittel: 5 Blätter handgeschriebene Unterlagen; Taschenrechner
 4 Aufgaben; Prüfung am 16.07.96

1. Aufgabe

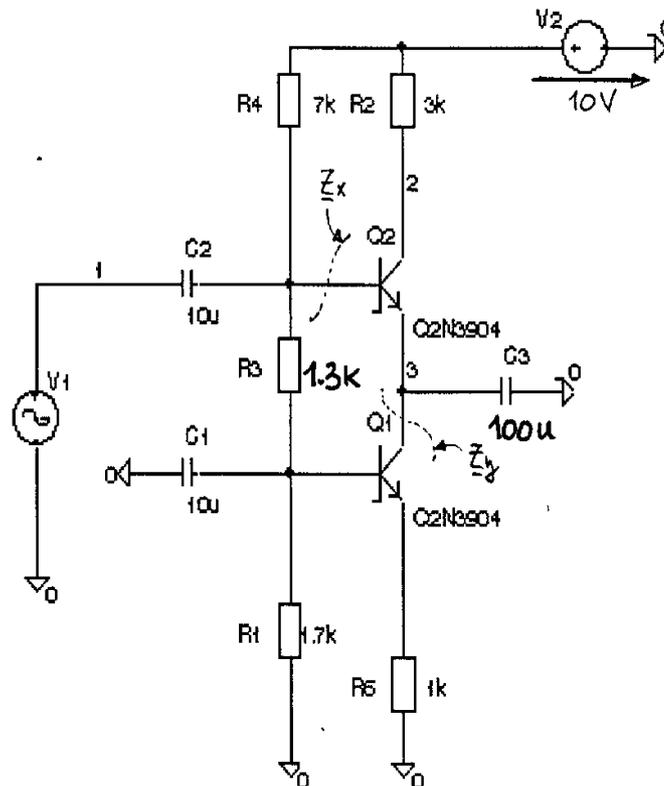
- 1.1 Wie groß sollte R_3 für „Ruhestromkompensation“ eines realen OP-Verstärkers sein?
- 1.2 Bestimmen Sie U_2/U_1 für den Fall, daß $V_{ud} = 100000$ (beliebig breitbandig) ist und skizzieren Sie das Ergebnis im Bodediagramm.
- 1.3 Ermitteln Sie die Schleifenverstärkung der rückgekoppelten Schaltung bei Auftrennung der Rückkopplungsschleife und beurteilen Sie die Stabilität der Schaltung. Skizzieren Sie die Schleifenverstärkung im Bodediagramm.
 $V_{ud} = 100000 / ((1 + jf/10 \text{ KHz})(1 + jf/100 \text{ KHz}))$



2. Aufgabe

$Q_1, Q_2: I_S = 10^{-5} \text{A}; \beta = 100; r_b = 500\Omega; r_c = 200\text{k}\Omega;$

- 2.1 DC-Analyse: Ermitteln Sie den Arbeitspunkt von Q_1 und Q_2 .
- 2.2 Bestimmen Sie $R_{2\text{opt}}$ für größtmögliche unverzerrte Aussteuerung von Q_2 .
- 2.3 AC-Analyse im Arbeitspunkt: Wie groß ist $Z_x; Z_y$? Bestimmen Sie die Verstärkung U_2/U_1 (Annahme: $R_2 = 3\text{k}\Omega$); $f > 1\text{kHz}$.
- 2.4 Verändern Sie die Schaltung so, daß bei gleicher Verstärkung die Bandbreite wesentlich erhöht wird.



3. Aufgabe

$M_1: U_p = 1V; \beta = 320\mu A/V^2$

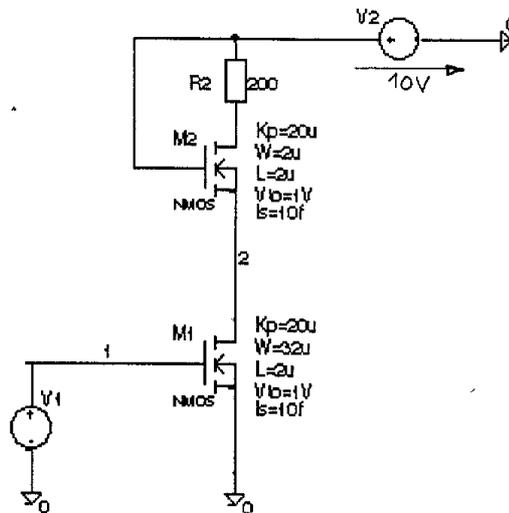
$M_2: U_p = 1V; \beta = 20\mu A/V^2$

3.1 $U_1 = 0V, 2V, 4V$: Wie groß ist U_2 ? Skizzieren Sie $U_2 = f(U_1)$.

3.2 Kleinsignalanalyse bei $U_1 = 2V$: Wie groß ist die Verstärkung $\underline{U}_2/\underline{U}_1$?

Allgemein gilt:/

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

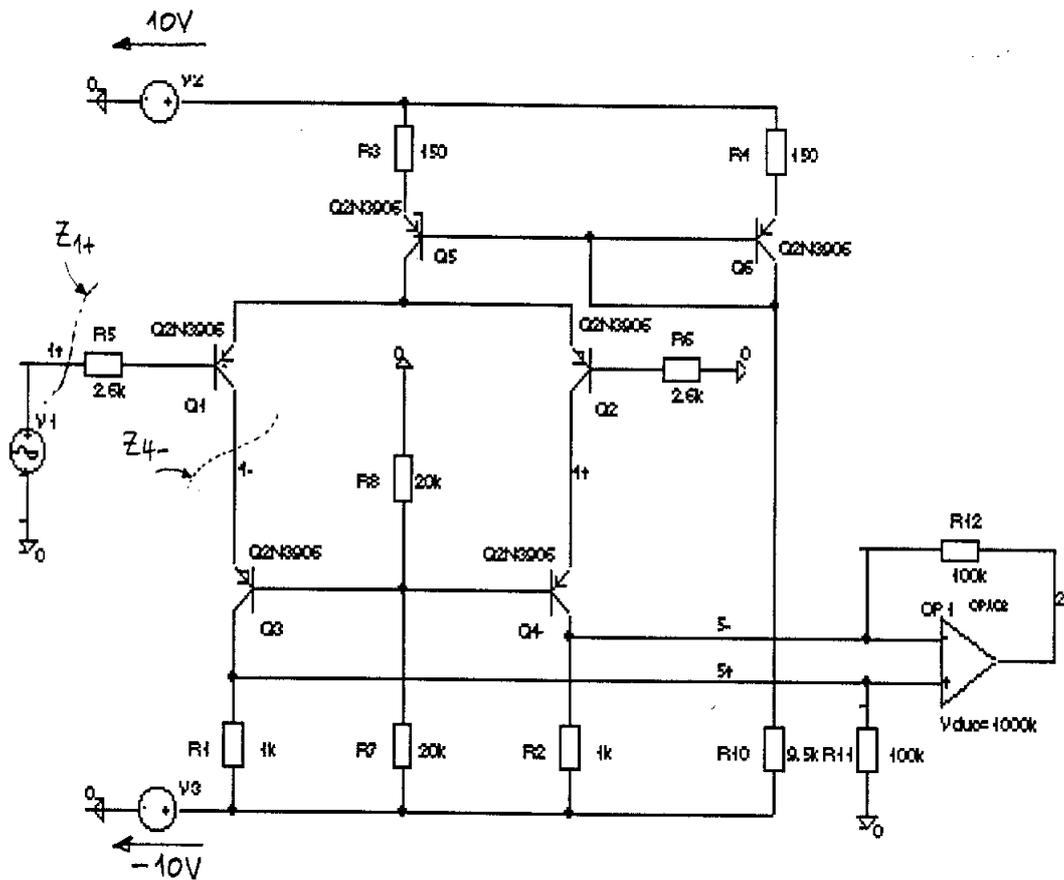


$$a x^2 + b x + c = 0 \rightarrow x_{1/2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a};$$

4. Aufgabe

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

- 4.1. Bestimmen Sie die Arbeitspunkte der Transistoren Q_1 bis Q_6
- 4.2. Wie groß ist der Eingangswiderstand an $1+$ und an $4-$?
- 4.3. Ermitteln Sie $\underline{U}_2 / \underline{U}_1$.



1. Aufgabe: $R_3 = 11k \parallel 1000k = 10.9k$

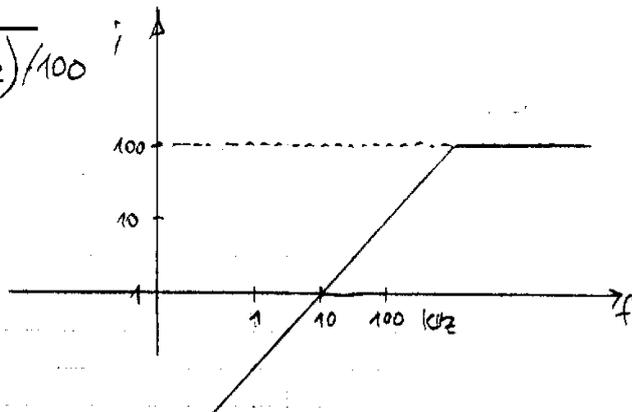
$$\frac{U_2}{U_k} = 100$$

$$(U_1 - U_k) j\omega G = (U_2 + U_k)/R_2 + U_k/R_1$$

$$U_1 j\omega G R_2 = U_2 + U_k \left\{ 1 + R_2/R_1 + j\omega G R_2 \right\}$$

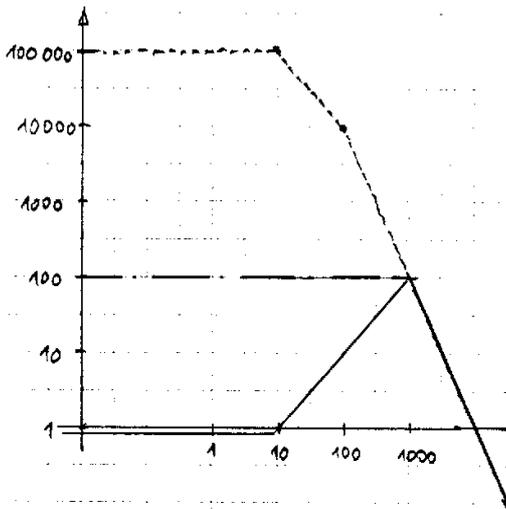
$$U_1 j\omega G R_2 = U_2 \left\{ 1 + (1 + R_2/R_1 + j\omega G R_2) / 100 \right\}$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{j\omega G R_2}{1 + (1 + R_2/R_1 + j\omega G R_2) / 100}$$



$$\frac{R_1 \cdot 1/j\omega G}{R_1 + 1/j\omega G} = R_1 \cdot \frac{1}{1 + j\omega G R_1}$$

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



$$\frac{U_k}{U_2} = \frac{\frac{R_1}{1 + j\omega G R_1}}{\frac{R_1}{1 + j\omega G R_1} + R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + j\omega G R_1 R_2}$$

$$= \frac{R_1 / (R_1 + R_2)}{1 + j\omega G \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$$

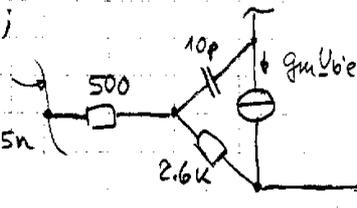
Schaltung ist an Stabilitäts-
grenze

2. Aufgabe: $I_{C,Q1} = I_{C,Q2} = 1mA$; $U_{CE,Q1} = 1.3V$; $U_{CE,Q2} = 4.7V$;

$$R_{C,opt} \approx 3.5k$$

$$Z_x = 500\Omega +$$

$$2.6k \parallel 1/\omega \cdot 1.5n$$



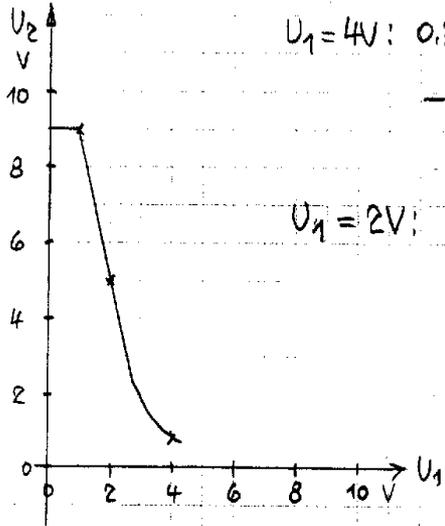
$$U_2 / U_1 \approx 100;$$

3. Aufgabe

$U_1 = 0V: M_1 \text{ speed} \rightarrow U_2 = 9V;$

$U_1 = 2V: 0.16 \frac{mA}{V^2} \cdot 1V^2 = 0.01 \frac{mA}{V^2} \cdot (9V - U_2)^2 \rightarrow U_2 = 5V;$

$U_1 = 4V: 0.32 \frac{mA}{V^2} \cdot 3V \cdot U_2 - U_2^2 / 2 = 0.01 \frac{mA}{V^2} \cdot (9V - U_2)^2$
 $\rightarrow U_2 = 0.75V;$



$U_1 = 2V: I_D = 0.16 mA; g_{m, M1} = 2 \cdot 0.16 \frac{mA}{V} = 1/3.1 k\Omega$

$g_{m, M2} = 2 \cdot 0.04 \frac{mA}{V} = 1/12.5 k\Omega$

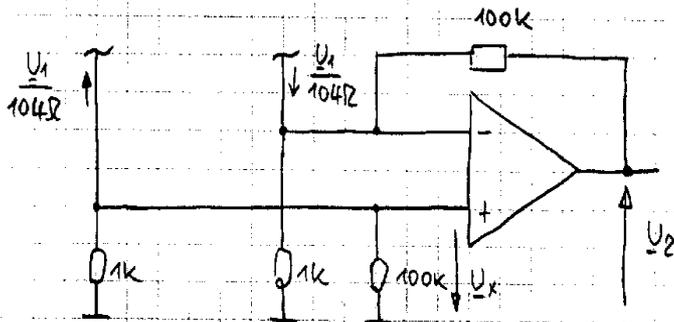
$V = g_{m, M1} \cdot \frac{1}{g_{m, M2}} = -4;$

4. Aufgabe

$I_{C, Q6} = 2 mA = I_{C, Q5}; I_{C, Q1} = I_{C, Q2} = I_{C, Q3} = I_{C, Q4} = 1 mA;$

$|U_{CE, Q1}| = |U_{CE, Q2}| = 5V; |U_{CE, Q3}| = |U_{CE, Q4}| = 4.7V; |U_{CE, Q5}| = 9V;$

$Z_{1+} = 4 \cdot 2.6 k\Omega; Z_{4-} = 26\Omega + 100\Omega$



$\frac{U_x}{100k} + \frac{U_x}{1k} + \frac{U_1}{104k} = 0$

$\frac{U_1}{52\Omega} = \frac{U_2}{100k}; \frac{U_2}{U_1} = 1900;$

$\frac{U_x + U_2}{100k} + \frac{U_x}{1k} - \frac{U_1}{104k} = 0$