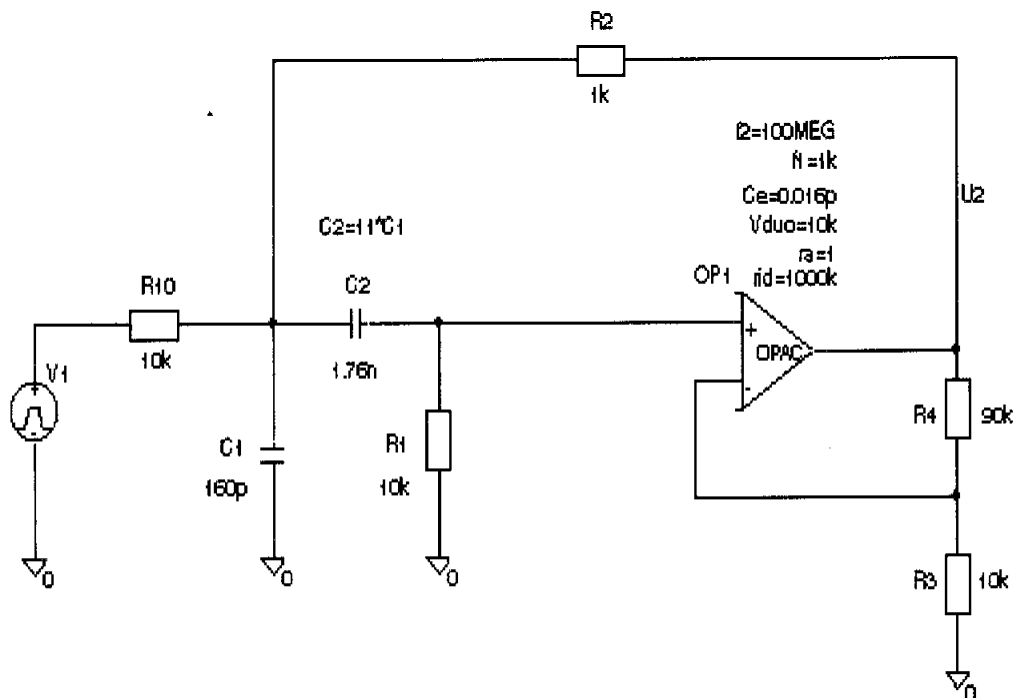


Georg--Simon-Ohm Fachhochschule Nürnberg
 Fachbereich Nachrichten- und Feinwerktechnik
 Prof. Dr. J. Siegl; Semester NT5/ME5; WS 98/99
 Abschlußprüfung Schaltungstechnik
 Hilfsmittel: max. 6 handbeschriebene DIN-A4-Blätter; Taschenrechner
 4 Aufgaben; Prüfung am 05.02.99

Name: _____

1. Aufgabe

- 1.1 DC-Analyse: Wie groß sollte R_1 für „Ruhestromkompensation“ bei Verwendung eines realen OP-Verstärkers sein?
- 1.2 AC-Analyse: Untersuchen Sie die Stabilität der Schaltung unter Berücksichtigung des Linearverstärkers mit $\underline{V}_{ud} = 10000/(1 + jf/1\text{KHz})$. Bestimmen Sie die Schleifenverstärkung bei geeignet offener Schleife und skizzieren Sie diese im Bode-Diagramm. Unter welchen Bedingungen (konkrete Angaben) ist die Schaltung stabil?



2. Aufgabe

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

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

2.2 Welchen Wert müßte R_{C1} annehmen, um größtmögliche Aussteuerung (U_{CEQ1} sollte mindestens $\geq 1 \text{V}$ sein) zu erzielen?

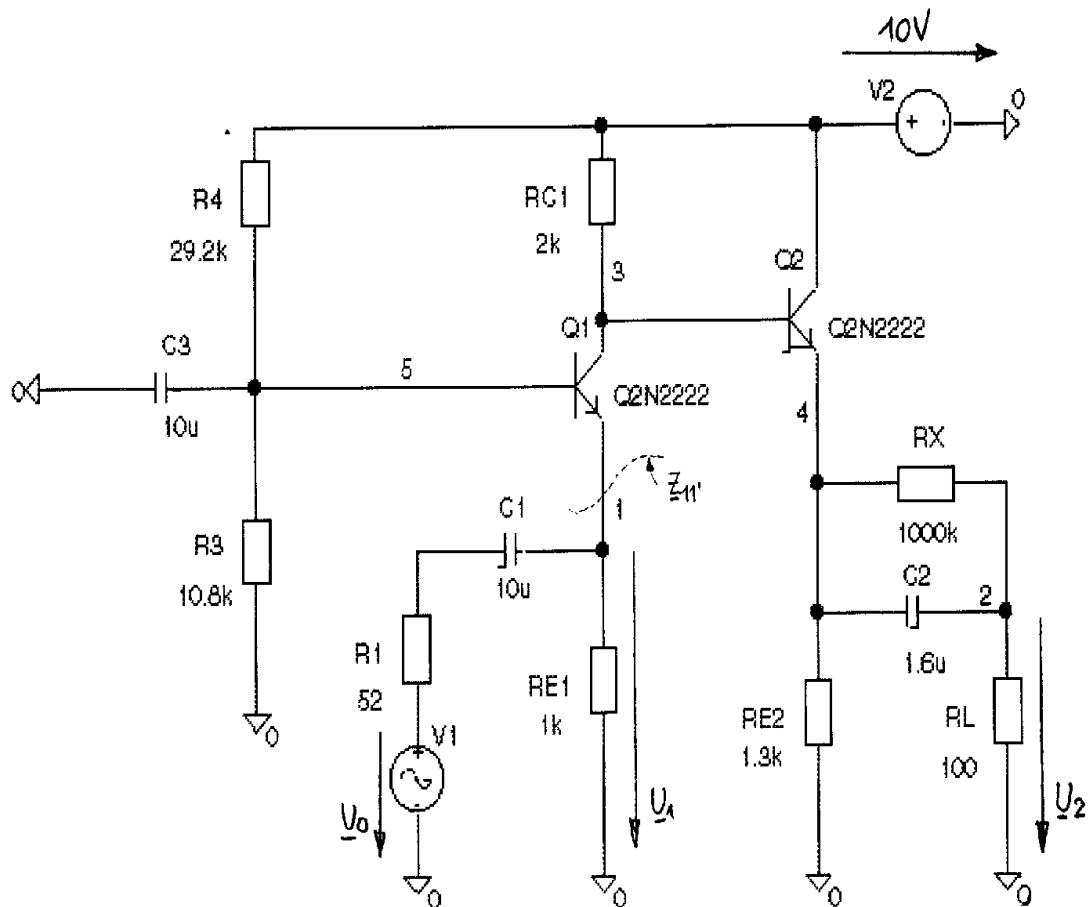
2.3 AC-Analyse im Arbeitspunkt:

a) Wie groß ist Z_{11}' ?

b) Ermitteln Sie C_1 so, daß die untere Eckfrequenz der 1. Stufe bei ca. 1 kHz liegt.

c) Geben Sie die Verstärkung der 1. Stufe, der 2. Stufe und die Verstärkung U_2/U_1 an.

2.4 Welche Aussteuerbarkeit $U_{2,max}$ liegt bei der 2. Stufe vor?



3. Aufgabe

M_1, M_2 : wie angegeben.

3.1 DC-Analyse: Bestimmen Sie U_2 bei $U_1 = 0V; 1V; 2V$.

Geben Sie jeweils an in welchem Betriebszustand sich M_1, M_2 befinden; skizzieren Sie $U_2 = f(U_1)$.

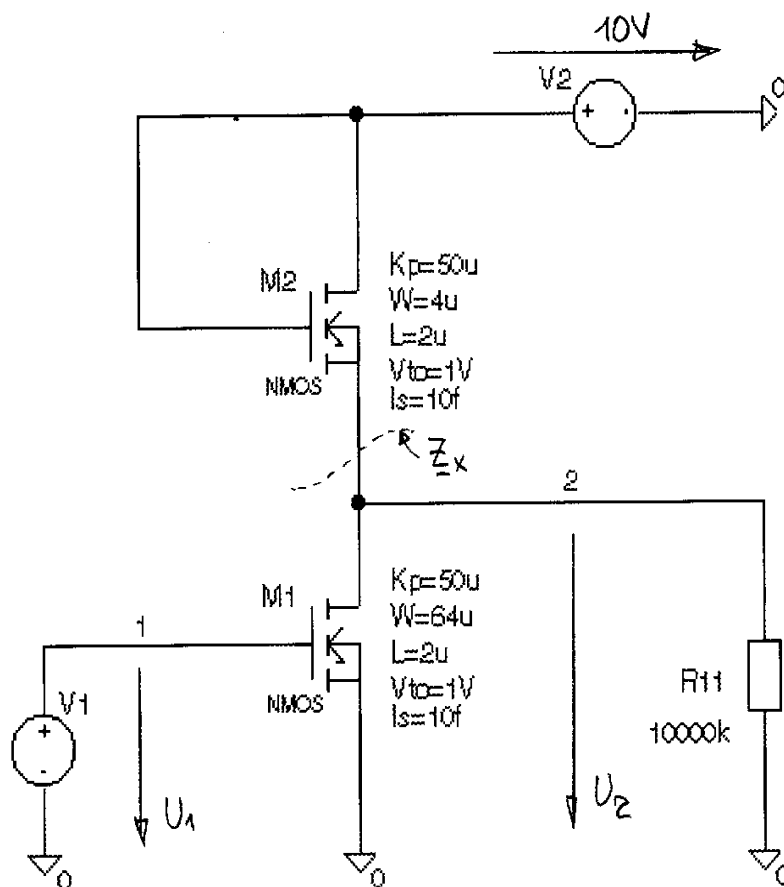
3.2 AC-Analyse im Arbeitspunkt $U^{(DC)}_1 = 2V$:

a) Geben Sie Z_x an.

b) Wie groß ist die Verstärkung U_2/U_1 ?

Allgemein gilt:/

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



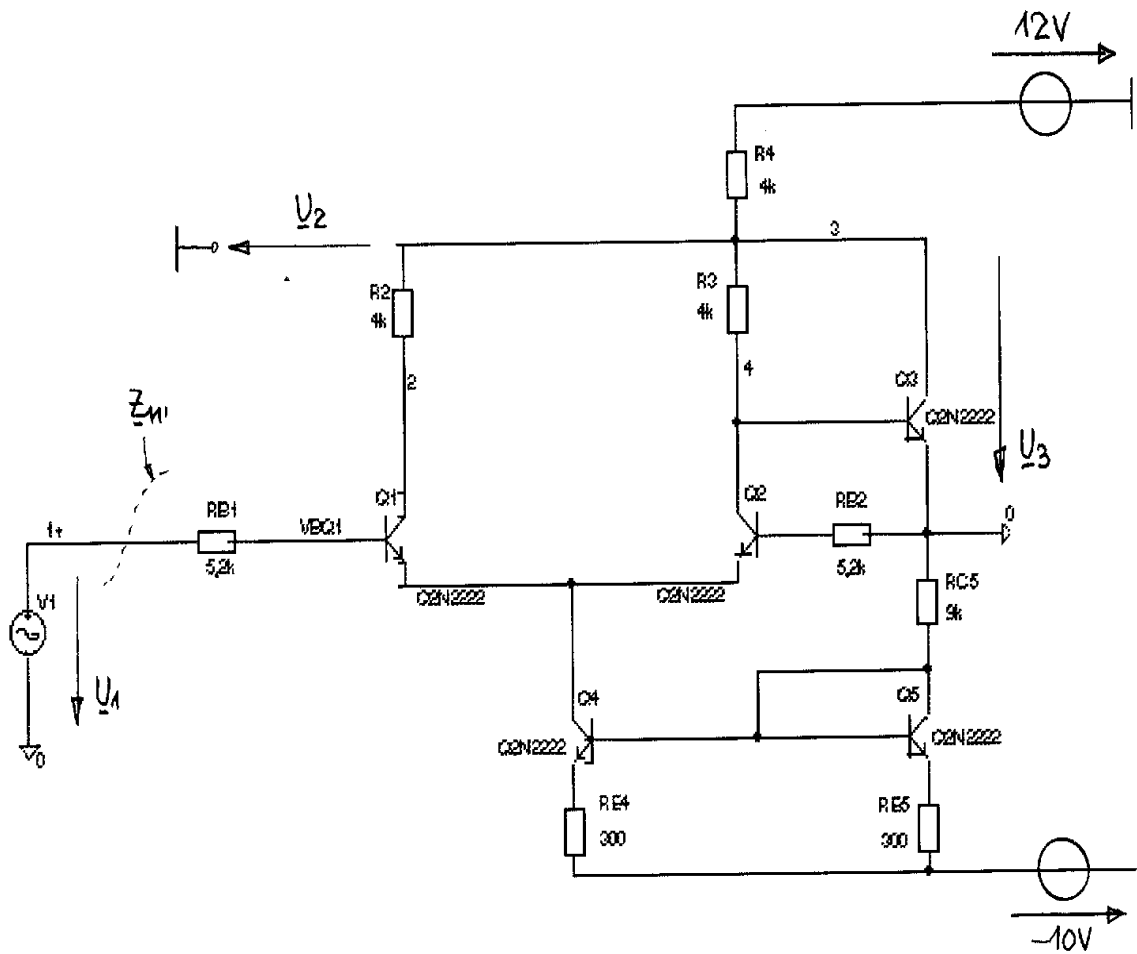
4. Aufgabe

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

4.1. DC-Analyse: Bestimmen Sie die Arbeitspunkte der Transistoren Q_1 bis Q_5 .

4.2 AC-Analyse:

- Wie groß ist der Eingangswiderstand an Z_{11} ?
- Geben Sie ΔI_{CQ1} und ΔI_{CQ2} in Abhängigkeit von ΔU_1 an.
- Wie groß ist die Verstärkung $\Delta U_3 / \Delta U_{BEQ3}$?
- Ermitteln Sie ΔU_2 in Abhängigkeit von ΔU_1 .



1. Aufgabe 1.1 $R_1 = 10k \parallel 90k$

1.2 $\frac{U_k}{R_1} \cdot \frac{1}{j\omega R_1 G} + U_k = U_k \cdot \frac{1+j\omega R_1 G}{j\omega R_1 G}$

a) $\left[\underline{U}_2 - \underline{U}_k \cdot \frac{1+j\omega R_1 G}{j\omega R_1 G} \right] / R_2 = \underline{U}_k \cdot \frac{1+j\omega R_1 G}{j\omega R_1 G} (j\omega G + \frac{1}{R_1}) + \underline{U}_k / R_1$

$10 \underline{U}_2 = \underline{U}_k \left\{ \frac{1+j\omega R_1 G}{j\omega R_1 G} \cdot (10 + j\omega R_1 G + 1) + 1 \right\}$

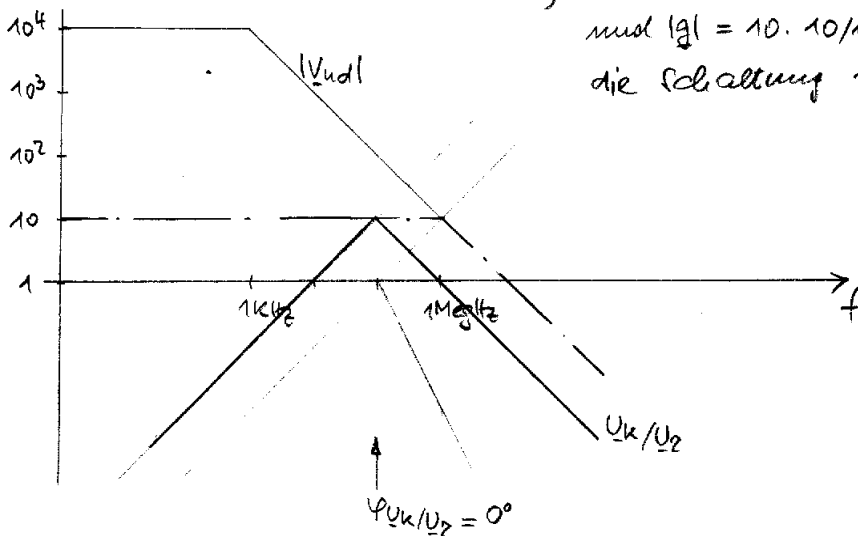
$10 \underline{U}_2 j\omega R_1 G = \underline{U}_k \left\{ 11 + 12 j\omega R_1 G + 11 (j\omega R_1 G)^2 + j\omega R_1 G \right\}$

$\frac{\underline{U}_k}{\underline{U}_2} = \frac{10 j\omega R_1 G}{1 + 12 j\omega R_1 G + (j\omega R_1 G)^2}$

b) $\frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{10}{1 + j f / 1 \text{ MegHz}}$

c) $g = \frac{\underline{U}_k}{\underline{U}_2} \cdot \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1}$

d) Bei $f = 100 \text{ kHz}$ ist $\varphi_g = 0^\circ$
 und $|g| = 10 \cdot 10/12 > 1$;
 die Schaltung schwingt!



2. Aufgabe: 2.1 $I_{C,Q1} = 2 \text{ mA}$; $U_{CE,Q1} = 4 \text{ V}$; $I_{C,Q2} = 4 \text{ mA}$; $U_{CE,Q2} = 4.7$

2.2 $R_{C1,opt} = 1.75 \text{ k}\Omega$;

2.3 a) $Z_{in} = 13 \Omega$; b) $C_1 \approx 10 \mu\text{F}$; c) $V_{a,stufe} = 150$; $V_{2,stufe} = 1$

d) $\Delta U_2 / 100 \Omega = (5.3 \text{ V} - \Delta U_2) / 1.3 \text{ k}\Omega$; $\Delta U_2 = 0.4 \text{ V}$

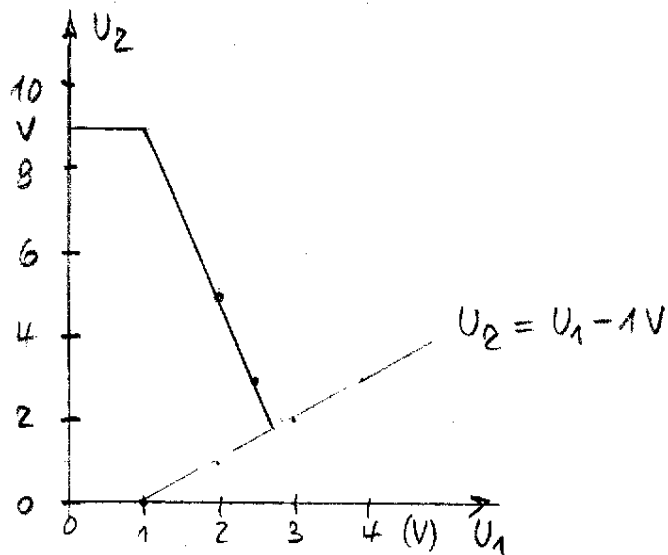
3. Aufgabe: 3.1 $U_1 = 0 \text{ V}$: M1: festpunkt; M2: Stromquelle; $U_2 = 9 \text{ V}$

$U_1 = 1 \text{ V}$: M1: Stromqu.; M2: Stromquelle; $U_2 = 9 \text{ V}$

$U_1 = 2 \text{ V}$: M1: Stromqu.; M2: Stromquelle; $U_2 = 5 \text{ V}$

3.2 $I_{D,M2} = 800 \mu\text{A/V}^2 \cdot 1 \text{ V}^2 = 0.8 \text{ mA}$

$g_{m,M2} = 0.4 \text{ mA/V}$; $g_{m,M1} = 1.6 \text{ mA/V}$; $Z_V = 2.5 \text{ k}\Omega$



4. Aufgabe ;

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
I_C / mA	0.5	0.5	1.3	1	1
U_{CE} / V	1.4	1.4	2.7	9	0.7

4.2 a) $4 \times 5.2 \text{ k}\Omega$

b) $\Delta I_{C, Q1} = \Delta U_1 / 208 \Omega$; $\Delta I_{C, Q2} = - \Delta U_1 / 208 \Omega$

c) $\Delta U_3 / \Delta U_{BE, Q3} = \frac{2000 \Omega}{20 \Omega} = 100$;

d) $\Delta U_2 = \Delta U_1 \cdot \frac{4000}{52} \cdot \frac{2}{4} = 40$;