

Georg--Simon-Ohm Fachhochschule Nürnberg
 Fachbereich Nachrichten- und Feinwerktechnik
 Prof. Dr. J. Siegl; Semester NT5/ME5; SS 97

Name: _____

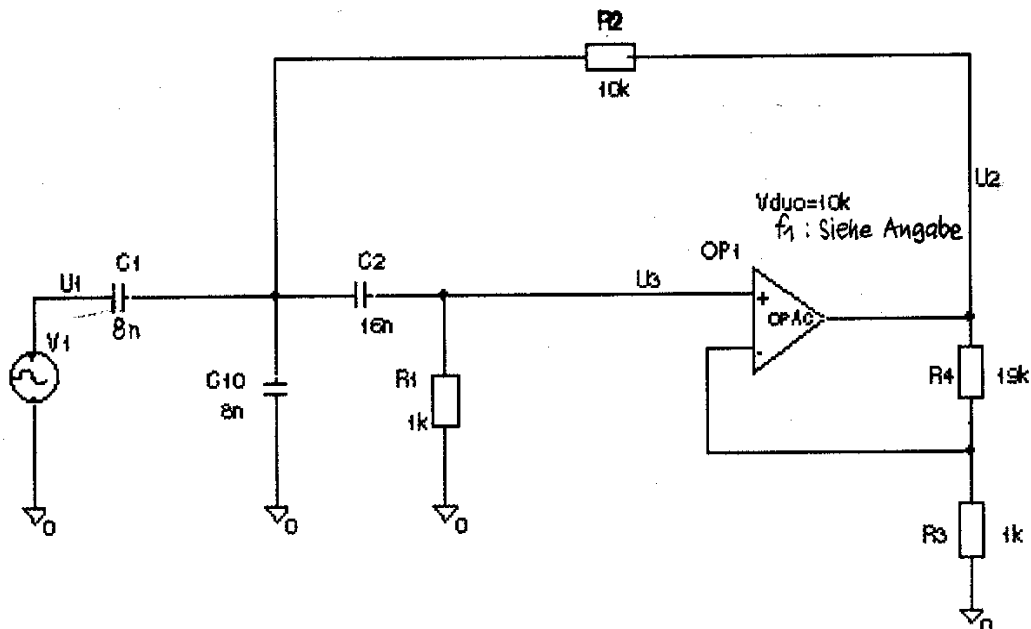
Abschlußprüfung Schaltungstechnik

Hilfsmittel: max. 6 handbeschriebene DIN-A4-Blätter; Taschenrechner

4 Aufgaben; Prüfung am 17.07.97

1. Aufgabe

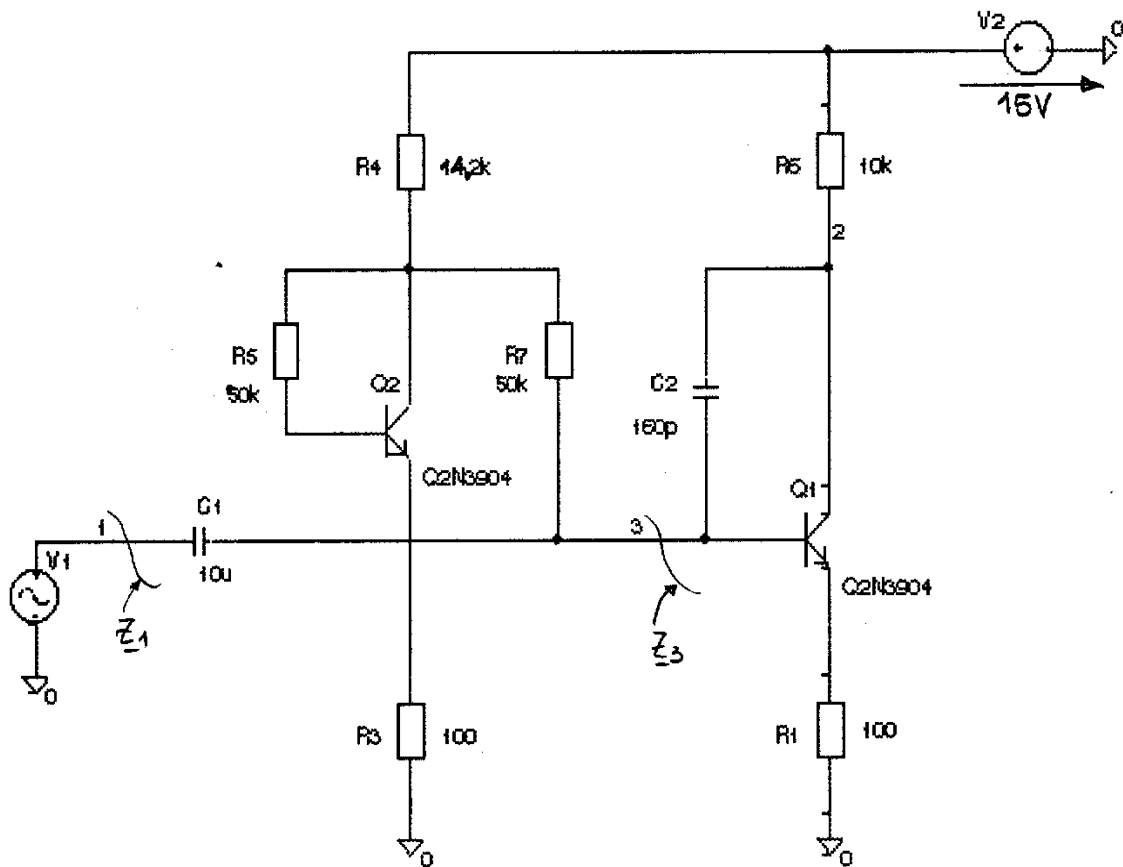
- 1.1 Wie groß sollte R_1 für „Ruhestromkompensation“ eines realen OP-Verstärkers sein?
- 1.2 Bestimmen Sie die Schleifenverstärkung aus U_3/U_2 für den Fall, daß $Y_{ud} = 10000/(1 + jf/1\text{KHz})$ ist und skizzieren Sie das Ergebnis im Bodediagramm.
- 1.3 Ermitteln Sie U_2/U_1 für den Fall, daß der Linearverstärker näherungsweise als unendlich breitbandig angesehen werden kann und skizzieren Sie das Ergebnis im Bodediagramm.
- 1.4 Untersuchen Sie die Stabilität der Schaltung unter Berücksichtigung des Linearverstärkers mit $Y_{ud} = 1000/(1 + jf/10\text{ Hz})$ und R_1 gegen unendlich; welche Phasenreserve ist gegeben?



2. Aufgabe

Q_1 : $I_S = 10^{-15} \text{ A}$; $\beta = 100$; $r_b = 500 \Omega$;

- 2.1 DC-Analyse: Ermitteln Sie den Arbeitspunkt von Q_1 und Q_2 .
- 2.2 Bestimmen Sie $R_{6_{opt}}$ für größtmögliche unverzerrte Aussteuerung von Q_1 .
- 2.3 AC-Analyse im Arbeitspunkt unter Berücksichtigung von C_2 : Wie groß ist Z_3 ; wie groß Z_1 ? Bestimmen Sie die Verstärkung U_2/U_1 .



3. Aufgabe

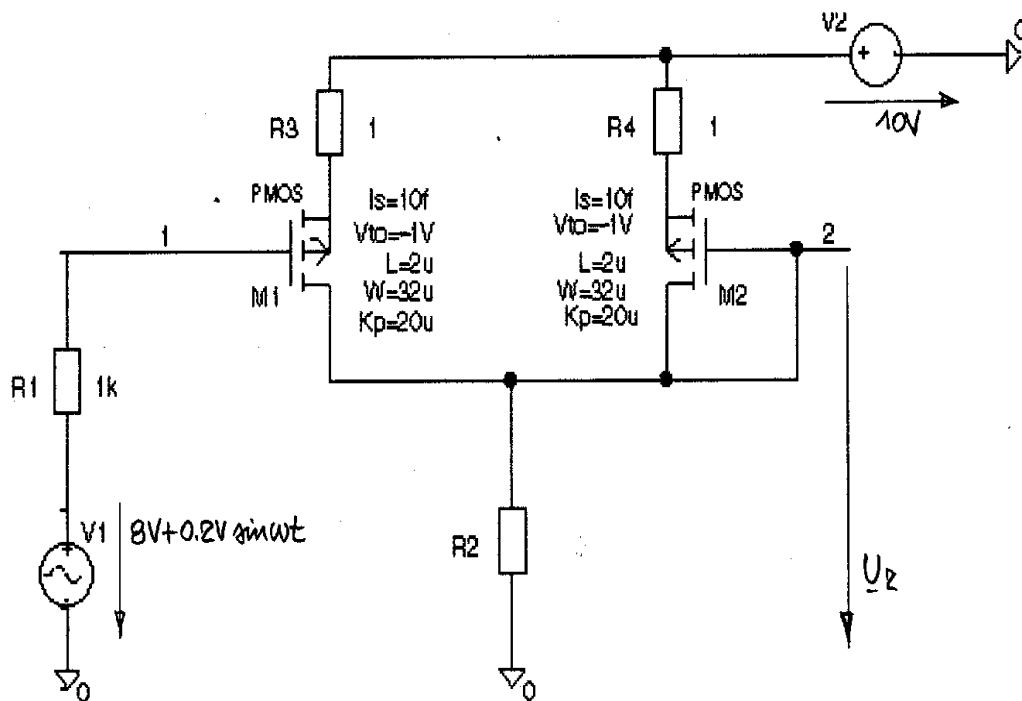
M_1, M_2 wie angegeben.

3.1 Bestimmen Sie den Arbeitspunkt von M_1 und M_2 ; Dimensionieren Sie R_2 so, daß $I_{D,M_1} = I_{D,M_2}$.

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

Allgemein gilt:

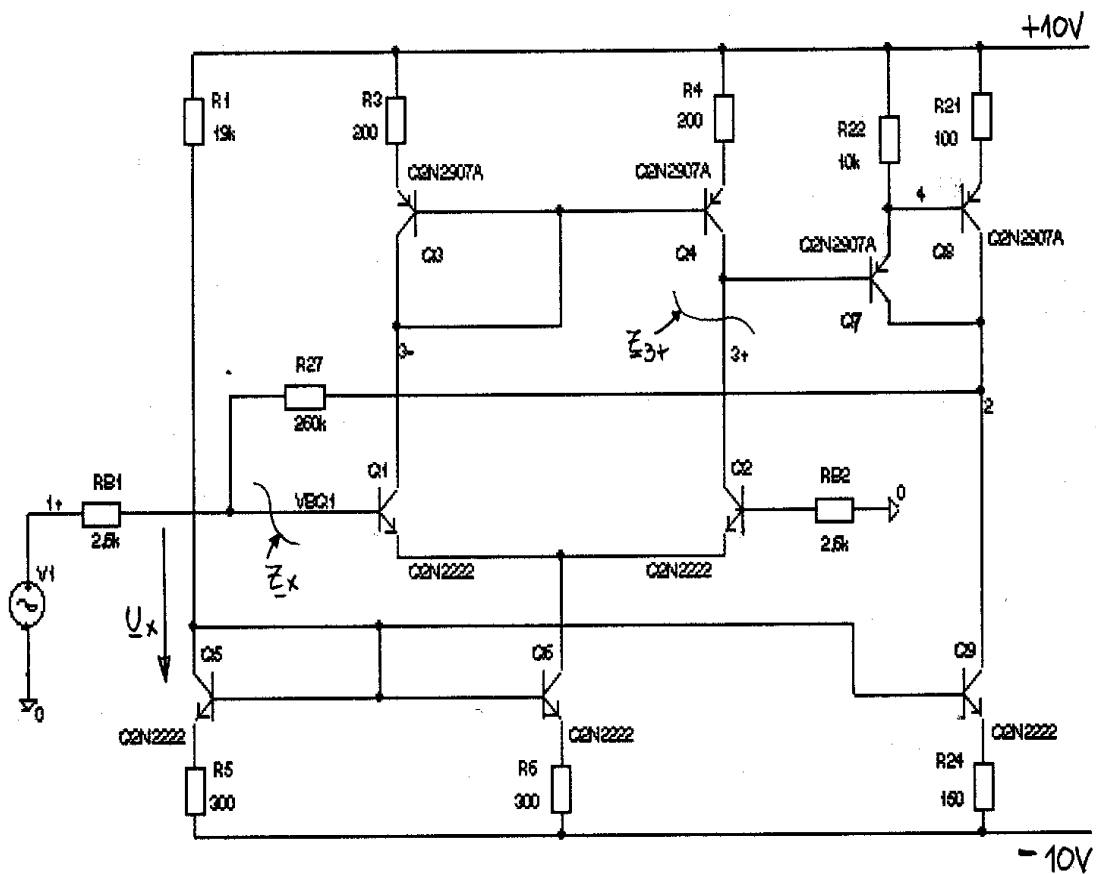
$$I_D = \begin{cases} \beta \left[(U_{GS} - U_p) \cdot U_{DS} - U_{DS}^2/2 \right] \dots \text{Linearer Betrieb} \\ (\beta/2) (U_{GS} - U_p)^2 \dots \text{Sättigungsbetrieb} \end{cases}$$



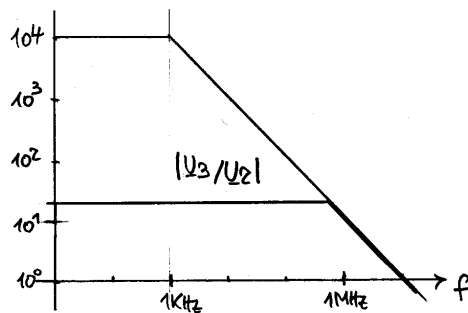
4. Aufgabe

($Q_i: I_s = 10^{-15} \text{ A}; \beta = 100$); $r_{c1, Q4} = 500 \text{ k}\Omega$;

- 4.1. Bestimmen Sie die Arbeitspunkte der Transistoren Q_1 bis Q_8 .
- 4.2. Wie groß ist der Eingangswiderstand an Z_x , sowie Z_{3+} .
- 4.3. Ermitteln Sie U_2/U_x , U_{3+}/U_{VBQ1} und U_2/U_{3+} , sowie U_2/U_1 .



Aufg. 1: .1) $R_2 = R_3 \parallel R_4$; .2)

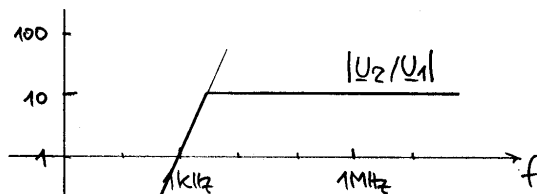


.3) $(U_1 - U_x)j\omega C_1 + (U_2 - U_x)/R_1 = U_x j\omega C_1 + U_x \frac{1}{R_2 + 1/j\omega C_2}$;

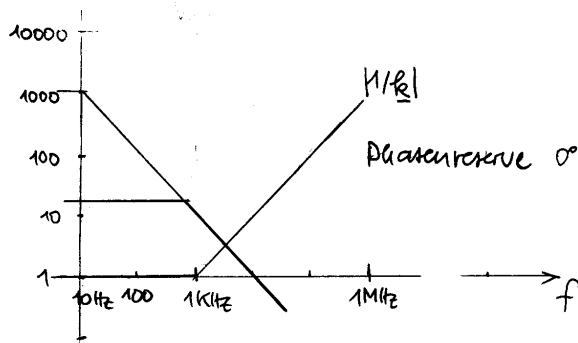
$$U_x \frac{R_2}{R_2 + 1/j\omega C_2} = \frac{U_2}{20}$$

$$U_1 j\omega C_1 R_1 + U_2 = \frac{U_2}{20} \cdot \frac{1 + j\omega C_2 R_2}{j\omega C_2 R_2} \cdot \left[j\omega C_1 R_1 + 1 + j\omega C_1 R_1 + \frac{j\omega C_2 R_1}{1 + j\omega C_2 R_2} \right]$$

$$U_1 20 j\omega C_1 R_1 j\omega C_2 R_2 + U_2 20 j\omega C_2 R_2 = U_2 \left[1 + 2j\omega C_1 R_1 + j\omega C_2 R_2 + j\omega C_2 R_2 \cdot 2j\omega C_1 R_1 + j\omega C_2 R_1 \right]$$



.4) Mit $R_2 \rightarrow \infty$: $\underline{R} = \frac{1/j\omega C_{ges}}{R_1 + 1/j\omega C_{ges}} = \frac{1}{1 + j\omega C_{ges} \cdot R_1}$



Aufg. 2: .1) $(J_{E,Q2} + J_{B,Q1}) \cdot 14,2k + J_{B,Q2} \cdot 50k + 0,7V + J_{E,Q2} \cdot 100 = 15V$

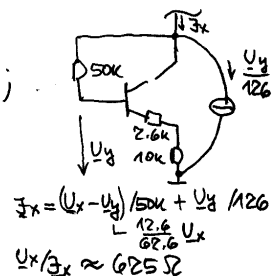
$$J_{E,Q1} = J_{E,Q2}; \quad J_{E,Q1} = 0,95mA$$

.2) $R_{G,opt} = 7k\Omega$;

.3) $\underline{Z}_3 = \frac{1}{1/(500 + 12,6k) + j\omega 16nF} = \frac{13,1k}{1 + j\omega 16nF \cdot 13,1k}$;

$$\underline{Z}_1 = (625\Omega + 50k) \parallel \underline{Z}_3 ;$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{10000}{126} \cdot \frac{1/j\omega 16pF}{10000 + 1/j\omega 16pF} ; \quad \omega = 1MHz$$



Aufg. 3: .1) $U_{GS,M1} = -2V$; $I_{D,M1} = 20 \frac{mA}{V^2} \cdot 16/2 \cdot 1V^2 = 0.16mA$;
 $10V = -U_{GS,M2} + (I_{D,M2} + 0.16mA) \cdot 25K$; $I_{D,M2} = 0.16mA$; $R_2 = 25K$

.2) $g_{m,M1} \cdot U_1 + g_{m,M2} \cdot U_2 + U_2 / 25K = 0$; $g_m = \frac{2}{1V} \cdot 0.16mA = 1/3.1K$;
 $U_2 / U_1 = -1$;

Aufg. 4: .1) $I_{C,Q5} = I_{C,Q6} = 1mA$; $I_{C,Q1} = I_{C,Q2} = 0.5mA = I_{C,Q3} = I_{C,Q4}$;
 $I_{C,Q9} = 2mA = I_{C,Q8}$; $I_{C,Q7} = 0.09mA$;

$U_{CE,Q5} = 0.7V$; $U_{CE,Q6} = 9V$; $U_{CE,Q1} = 10V$; $U_{CE,Q2} = 9.2V$; $U_{CE,Q8} = 9.8V$

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
I_C / mA	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	0.09	1.9	2
U_{CE} / V	10	9.2	10.7V	11.5V	0.7	9	9.2	9.9	9.85

.2) $Z_x = 2.6K + 10.4K = 13.0K$; $Z_{3+} = 500K \parallel 500K = 250K$;

.3) $U_{3+} / U_{V_{BQ1}} = 1900$; $U_2 / U_{3+} = 2600$; $U_2 / U_1 = 100$;