

Georg--Simon-Ohm Fachhochschule Nürnberg
 Fachbereich Nachrichten- und Feinwerktechnik
 Prof. Dr. J. Siegl; Semester NT5/ME5; WS 95/96
 Abschlußprüfung Schaltungstechnik

Name:

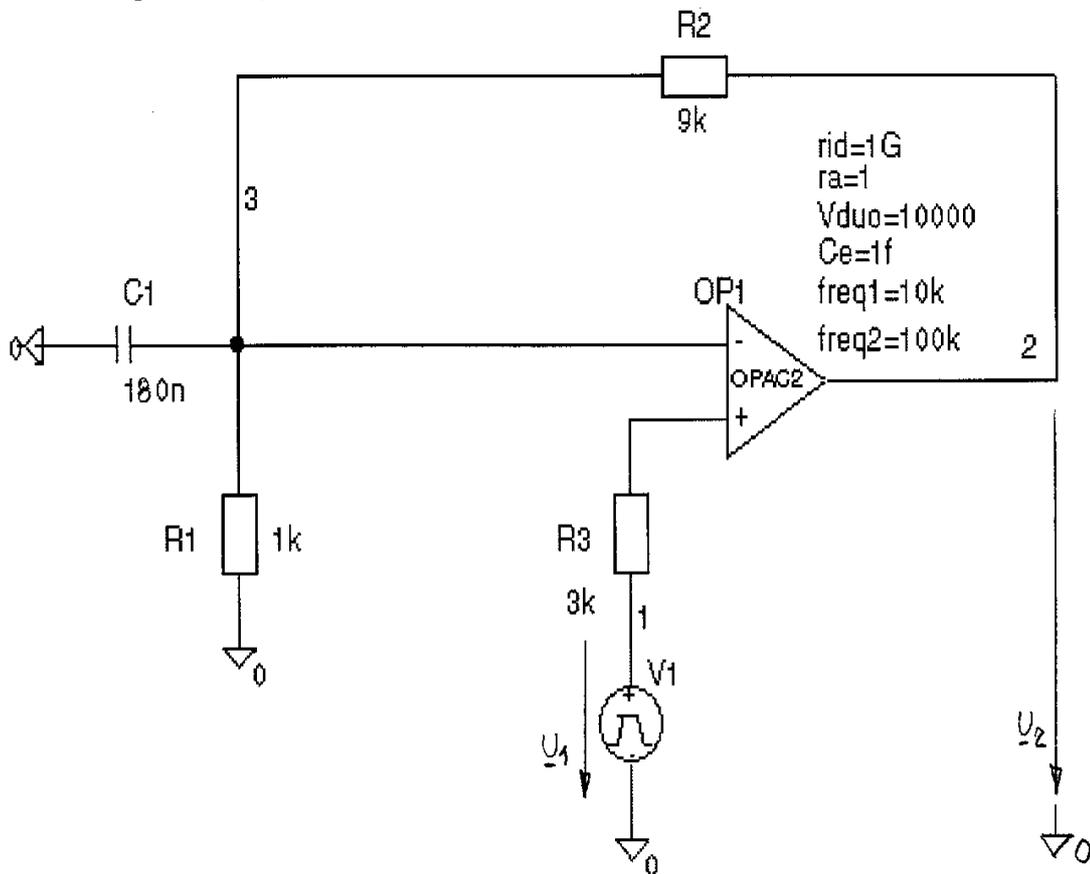
Hilfsmittel: 5 Blätter handgeschriebene Unterlagen; Taschenrechner
 4 Aufgaben; Prüfung am 09.02.96

1. Aufgabe

20 Punkte

$$\underline{V_{ud}} = 10000 / (1 + jf/10 \text{ KHz})(1 + jf/100 \text{ KHz})$$

- 1.1 Wie groß sollte R_3 für „Ruhestromkompensation“ eines realen OP-Verstärkers sein?
- 1.2 Ermitteln Sie die Schleifenverstärkung der rückgekoppelten Schaltung bei geeigneter Auftrennung der Rückkopplungsschleife und beurteilen Sie die Stabilität der Schaltung. Skizzieren Sie die Schleifenverstärkung im Bodediagramm.
- 1.3 Bestimmen Sie $\underline{U_2}/\underline{U_1}$ für den Fall, daß $\underline{V_{ud}} = 10000 / (1 + jf/100 \text{ KHz})$ ist und skizzieren Sie das Ergebnis im Bodediagramm; wie groß müßte C_1 sein, daß die Phasenreserve mindestens 45° ist?

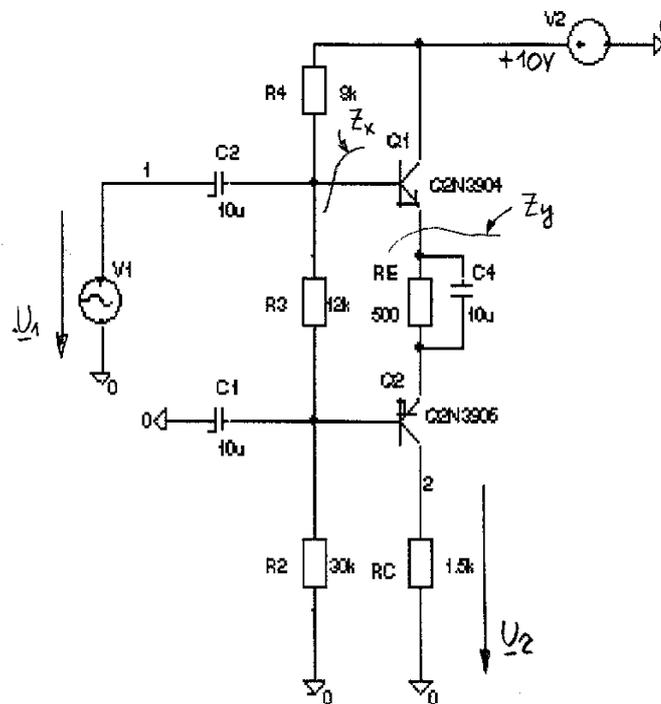


2. Aufgabe

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

14 Punkte

- 2.1 DC-Analyse: Ermitteln Sie den Arbeitspunkt von Q_1 und Q_2 .
- 2.2 Bestimmen Sie $R_{C_{opt}}$ für größtmögliche unverzerrte Aussteuerung von Q_2 .
- 2.3 AC-Analyse im Arbeitspunkt: Wie groß ist Z_x ; Z_y ? Bestimmen Sie die Verstärkung $\underline{U}_2/\underline{U}_1$ (Annahme: $R_C = 2\text{k}\Omega$; $C_1, C_2, C_4 \rightarrow \infty$)



3. Aufgabe

16 Punkte

M₁: U_p = 1V; β = 320 μA/V²;

M₂: U_p = -1V; β = 320 μA/V²; R₃ = 0.

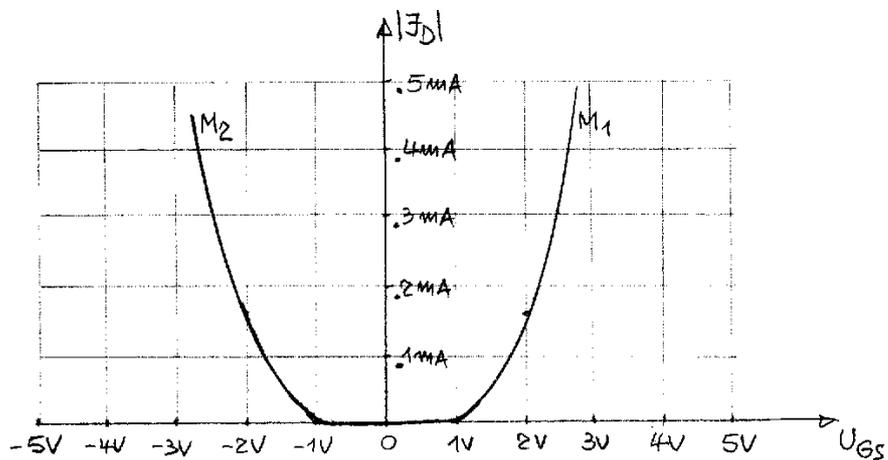
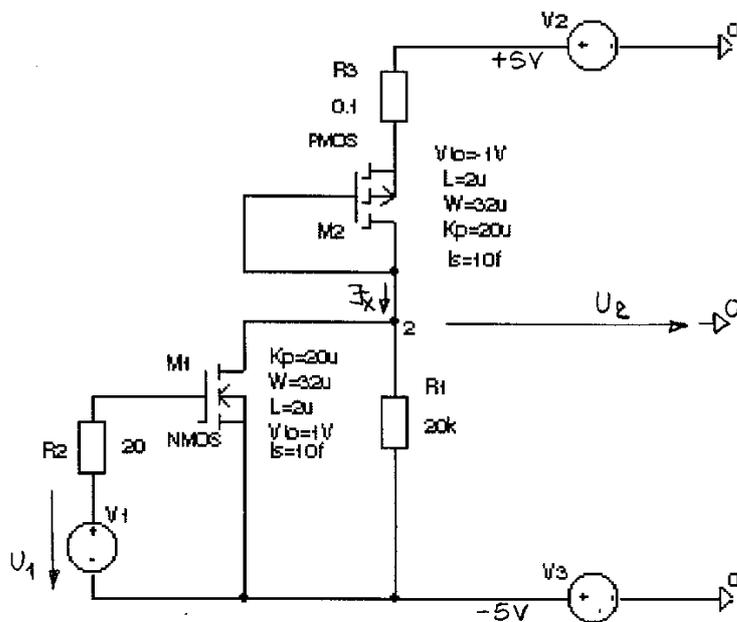
3.1 U₁ = 0V: Wie groß ist I_x; wie groß ist U₂?

3.2 U₂ = 0V: Wie groß muß dann U₁ sein?

3.3 Kleinsignalanalyse im U₂ = 0: Bestimmen Sie die Verstärkung ΔU₂/ΔU₁;

Allgemein gilt/

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

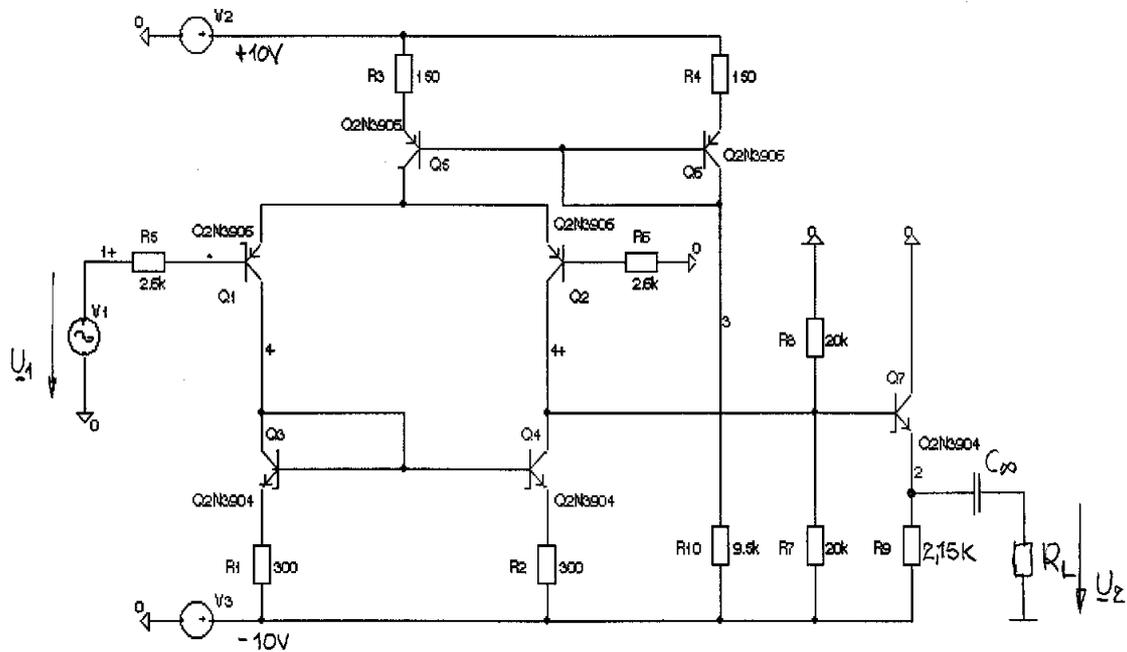


4. Aufgabe

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

15 Punkte

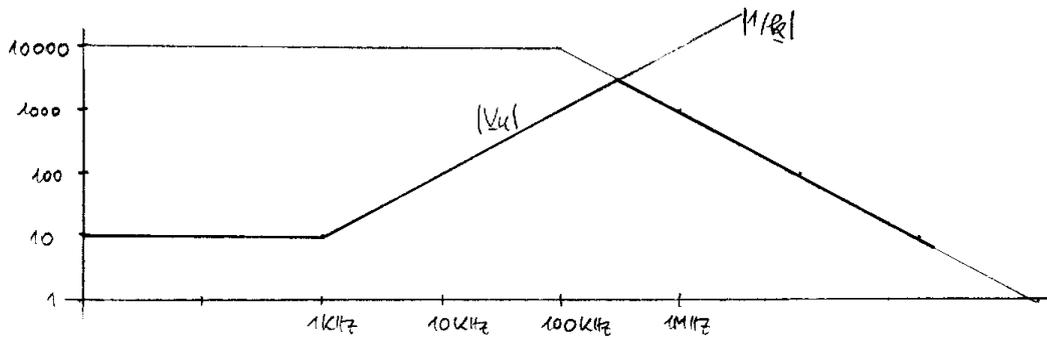
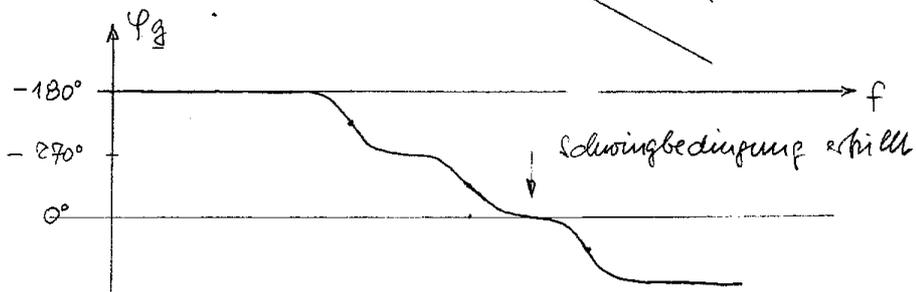
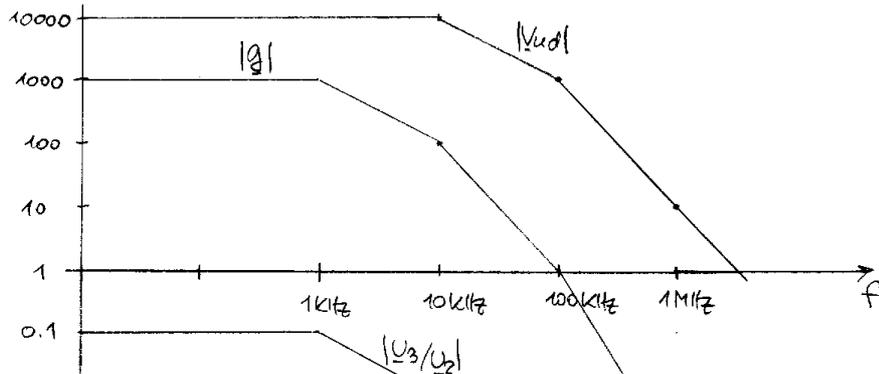
- 4.1. Bestimmen Sie die Arbeitspunkte der Transistoren
- 4.2. Ermitteln Sie $\underline{U}_2 / \underline{U}_1$ wenn R_L als sehr hochohmig angenommen werden kann.
- 4.3. Geben Sie $U_{2\text{max}}$ für größtmögliche unverzerrte Aussteuerung an, wenn $R_L = 100 \Omega$ ist.



1. Aufgabe: $R_3 = 1k \parallel 9k$

$$U_2/U_1 = -V_{ud} ; \quad U_3/U_2 = \frac{R_1 \cdot 1/j\omega C}{R_1 + 1/j\omega C} \cdot \frac{1}{R_2 + \dots} = \frac{R_1}{R_2(1+j\omega CR_2) + R_1}$$

$$\underline{g} = \frac{1}{1 + R_2/R_1 + j\omega CR_2} \cdot \frac{-10000}{(1+jf/10k) (1+jf/100k)}$$



2. Aufgabe: $V_{B,Q_1} = 8.4V$; $V_{B,Q_2} = 6V$; $I_{C,Q_1} = I_{C,Q_2} = 2mA$;

$V_{CE,Q_1} = 2.3V$; $V_{EC,Q_2} = 3.7V$;

$R_{C,opt} = 3V/2mA = 1.5k\Omega$;

$Z_y = 13\Omega$; $Z_x = 2.6k\Omega$; $U_2 = U_1/2 \cdot \frac{2000}{13} = U_1 \cdot 77$

3. Aufgabe: $U_1 = 0V$: M_1 gesperrt; $10V = -U_{GS,M2} + I_D \cdot 20k$

$I_D = \frac{10V + U_{GS,M2}}{20k}$; $I_D = 0.38mA$;
 $U_2 = 2.6V$;

$U_2 = 0V$: M_2 gesättigt;

Annahme M_1 gesättigt: $0.16 \frac{mA}{V^2} \cdot (U_1 - 1V)^2 + 0.25mA = 0.16 \frac{mA}{V^2} \cdot 16V^2$

$(U_1 - 1V)^2 = 16V^2 - 1.56V^2$

$U_1 = 4.8V$

$U_2 = 0V$: $U_1 = 4.8V$; $I_{D,M1} = 2.3mA$; $g_{m,M1} = 1.2mA/V$

$|I_{D,M2}| = 2.56mA$; $g_{m,M2} = 1.28mA/V$

$\frac{\Delta U_2}{\Delta U_1} = g_{m,M1} \cdot 20k \cdot \frac{1}{g_{m,M2}} = \frac{750\Omega}{780\Omega} = 0.9$;

4. Aufgabe:

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7
$I_C (mA)$	1	1	1	1	2	2	2
$V_{CE} (V)$	9.7	5.7V	0.7	4.7	9	0.7	5.7

$V_{CE} (V)$

$I_C (mA)$

$U_{4+} = \frac{U_1}{4} \cdot 2 \cdot \frac{1}{26\Omega} \cdot 10k = U_1 \cdot 19\Omega = U_2$

$U_{2,max} / R_L = (10V - U_{2,max}) / 2.15k$

$U_{2,max} (1 + \frac{100}{2.15k}) = 10V \cdot \frac{100}{2.15k}$; $U_{2,max} = 0.44V$;