

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

Name:

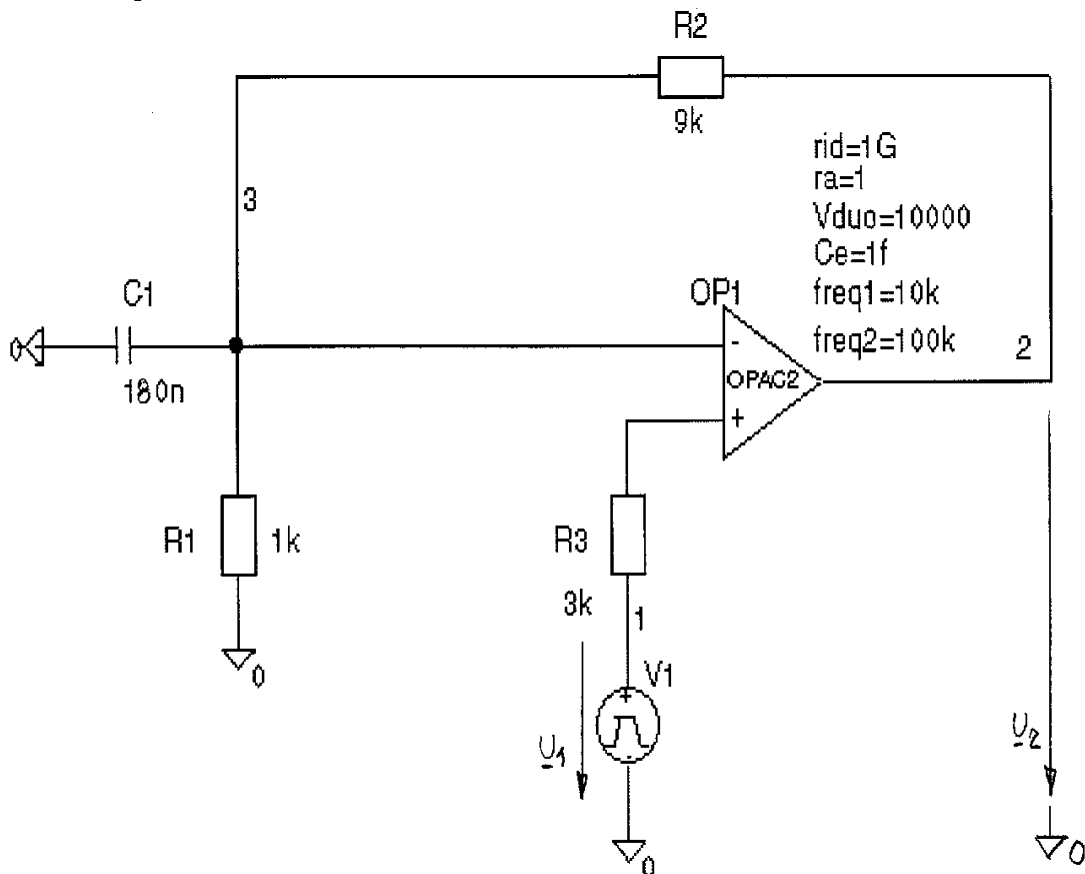
Hilfsmittel: 5 Blätter handgeschriebene Unterlagen; Taschenrechner  
 4 Aufgaben; Prüfung am 09.02.96

**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  $45^\circ$  ist?

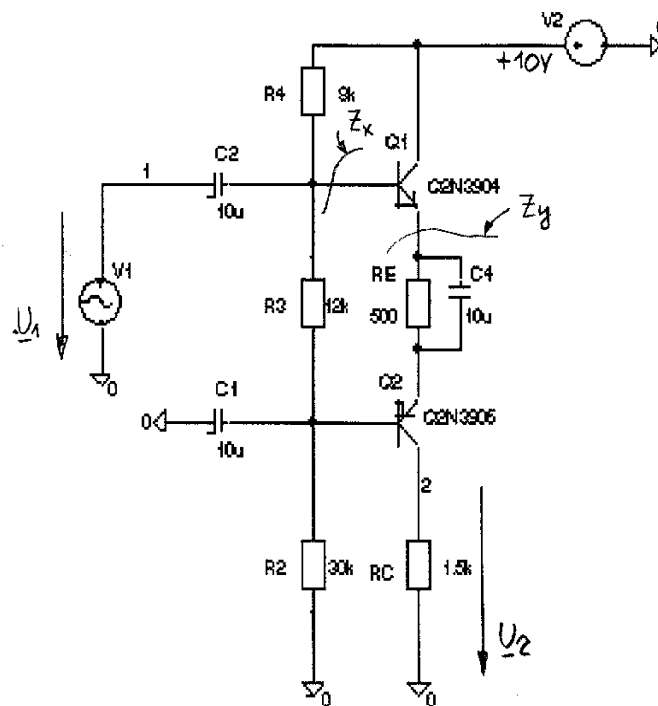


## 2. Aufgabe

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

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

M<sub>1</sub>: U<sub>p</sub> = 1V; β = 320 μA/V<sup>2</sup>;

M<sub>2</sub>: U<sub>p</sub> = -1V; β = 320 μA/V<sup>2</sup>; R<sub>3</sub> = 0.

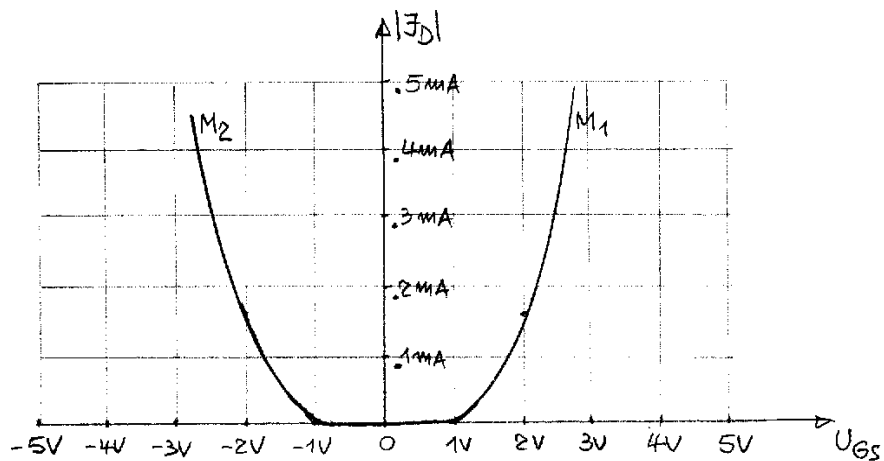
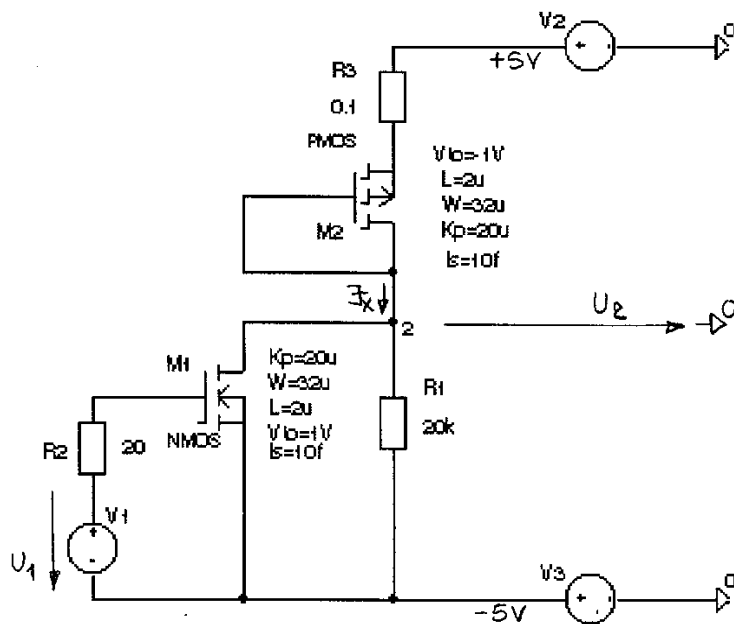
3.1 U<sub>1</sub> = 0V: Wie groß ist I<sub>x</sub>; wie groß ist U<sub>2</sub>?

3.2 U<sub>2</sub> = 0V: Wie groß muß dann U<sub>1</sub> sein?

3.3 Kleinsignalanalyse im U<sub>2</sub> = 0: Bestimmen Sie die Verstärkung ΔU<sub>2</sub>/ΔU<sub>1</sub>;

Allgemein gilt/

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

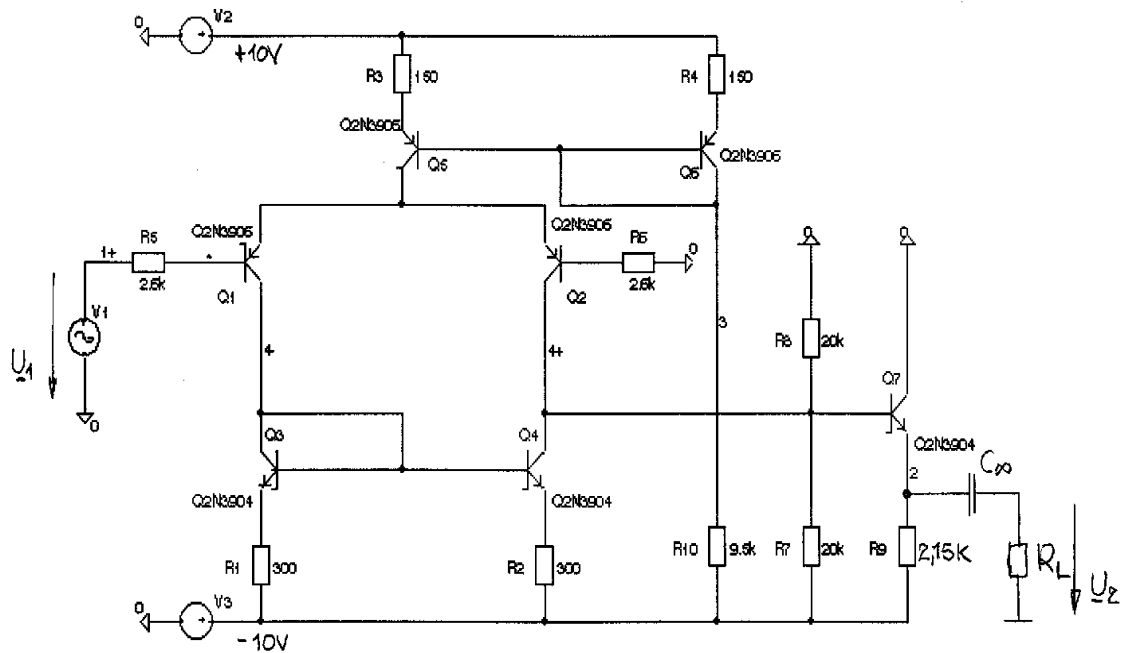


#### 4. Aufgabe

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

15 Punkte

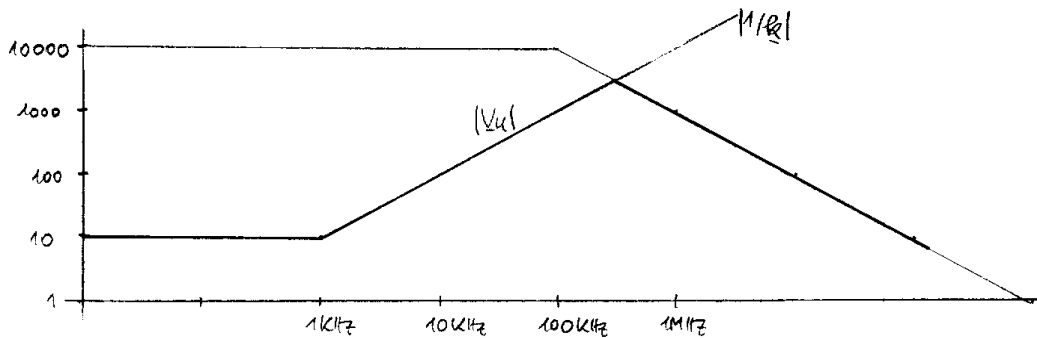
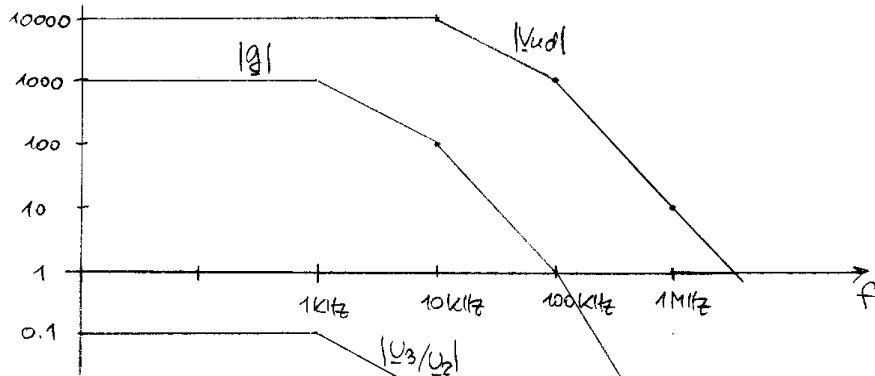
- 4.1. Bestimmen Sie die Arbeitspunkte der Transistoren
- 4.2. Ermitteln Sie  $\underline{U}_2 / \underline{U}_1$  wenn  $R_L$  als sehr hochohmig angenommen werden kann.
- 4.3. Geben Sie  $U_{2\text{max}}$  für größtmögliche unverzerrte Aussteuerung an, wenn  $R_L = 100 \Omega$  ist.



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:  $V_{B,Q1} = 8.4V$ ;  $V_{B,Q2} = 6V$ ;  $I_{C,Q1} = I_{C,Q2} = 2mA$ ;

$V_{CE,Q1} = 2.3V$ ;  $V_{EC,Q2} = 3.7V$ ;

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

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

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

$I_C (mA)$  1 1 1 1 2 2 2

$V_{CE} (V)$  9.7 5.7V 0.7 4.7 9 0.7 5.7

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

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

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