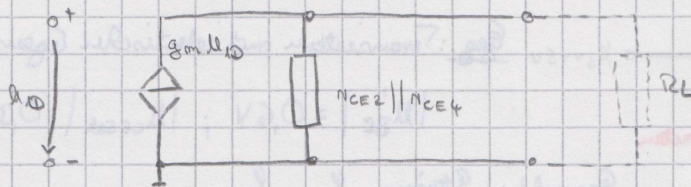
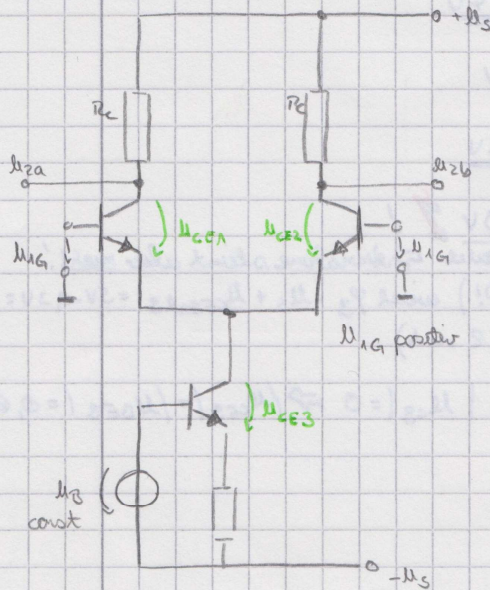


Wiederholer für Kleinsignalverstärkung:



Eine Form einer "OT1" Operationen (V/Verstärker)
 -> einen Massebezugenen Ausgang
 -> Hochwertiger Ausgang
 -> d.h. spannungsgesteuerte Stromquelle
 Spannungsverstärkung mit Lastabhängigkeit

4-42 Eingangsalternativen 48,1



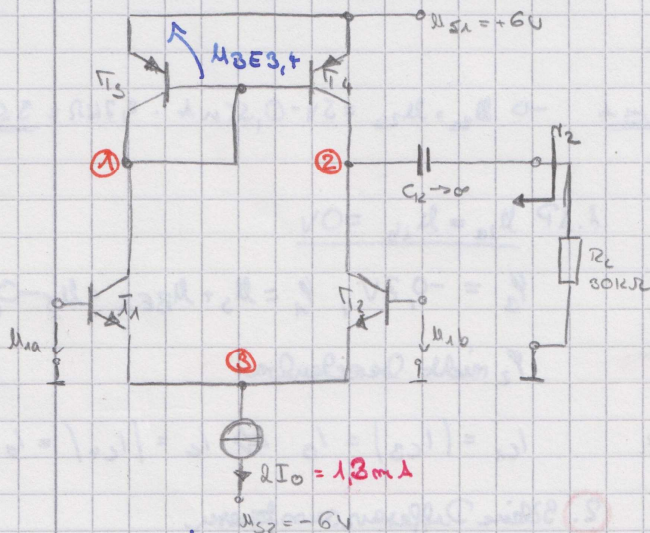
Grundregel: Alle Transistoren müssen im aktiven Bereich arbeiten

U_{1G} positiv $\Rightarrow \varphi_E \uparrow \Rightarrow \begin{matrix} r_{CE1,2} \downarrow \\ r_{CE3} \uparrow \end{matrix}$ (nicht das $r_{CE1,2}$ aus dem aktiven Bereich rausfallen)

U_{1G} negativ $\Rightarrow \varphi_E \downarrow \Rightarrow r_{CE3} \downarrow$ (!)

\Downarrow
 Mit Gleichstromausgangsspannung kommt man nie ganz an die Ausgangsspannung

Übung: Differenzverstärker mit "single end"



Gegeben: Schaltung, U_{S1}, U_{S2}

Transistoren: $|U_{BE}| = 0,7V$

$r_{CE} = \frac{U_V}{I_{C0}}$ mit $U_V = 78V$

1. Arbeitspunkt für $U_{1a} = U_{1b} = 0V, 2I_0 = 1,2mA$

$\varphi_1 = U_{S1} + U_{BE3} = 6V - 0,7V = 5,3V$

$\varphi_2 =$ unbekannt

$\varphi_3 = -U_{BE1R} = -0,7V$

2. Kleinsignal Differenzverstärkung $U_{1a} = -U_{1b} = 1,0mV$

$U_{10} = U_{1a} - U_{1b} = 2mV$

$A_D = + g_{m1} (r_{CE2} || r_{CE4} || R_L) = 25mS (120k\Omega || 120k\Omega || 50k\Omega) = 25mS \cdot 20k\Omega = 500$

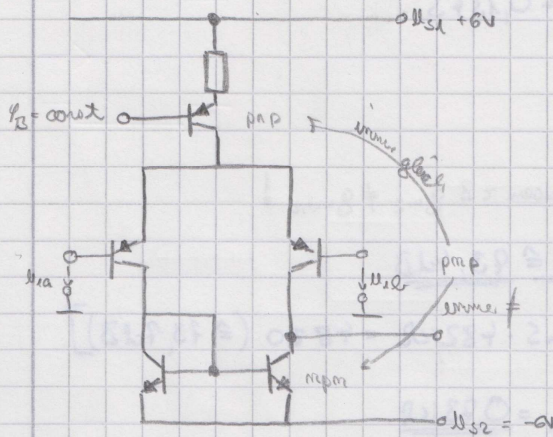
$\frac{I_0}{U_T} = \frac{0,65mA}{26mV} = 25mS; r_{CE2} = r_{CE4} = \frac{78V}{0,65mA} = 120k\Omega$

$U_2 = 500 \cdot 2mV = 1V$; Ausgangswiderstand $r_2 = r_{CE2} || r_{CE4} = 60k\Omega$

3. Gleiche Rate bei rein kapazitiver Last C_L : Negative $C_L = 33 \text{ pF}$

$$SR = \frac{2I_0}{C_L} = \frac{1,3 \text{ mA}}{33 \text{ pF}} = 33,3 \frac{\text{V}}{\mu\text{s}} \text{ gleiche immer in } \frac{\text{V}}{\mu\text{s}}!$$

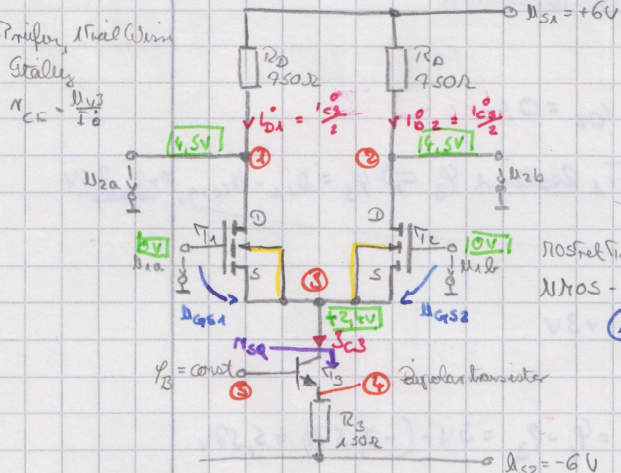
4. Wie sieht die Komplementäre Schaltung aus \rightarrow in Prüfung \rightarrow Schaltung in Komplementärschaltung umverwandelt



10.05.2011

Übung zum Differenzverstärker BIC MOS

Prüfen, Mal Win
Stallz
 $n_{CE} = \frac{U_{V3}}{I_0}$



Geg.: Schaltung: Stützgrößen $T_1, T_2: \beta = 25 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}; U_{TH} = +2V;$

$$n_{DS} = \frac{U_{V1}}{I_0} \text{ mit } U_{V1} = 55V$$

Stützgrößen $T_3: U_{BE} = 0,7V; \beta = \beta_0 = 250;$

$$n_{CE} = \frac{U_{V3}}{I_0} \text{ mit } U_{V3} = 80V$$

① Arbeitspunkt: für $U_{s1} = U_{s2} = 0V; I_{C3} = 4 \text{ mA}$

Gesucht: φ_i für $i = 1, \dots, 5$

! Falloffelt Transistor! \rightarrow Träger: ① Typ: NMOS; ② Drain Source?; ③ Drain

③ Body (G) mit Source verbunden

$$\varphi_4 = U_{s2} + I_{C3} \cdot R_3 = -6V + 4 \text{ mA} \cdot 0,15 \text{ k}\Omega = -5,4V$$

! häufiger Fehler! Nicht vergessen!

$$\varphi_5 = \varphi_4 + U_{BE3} = -5,4V + 0,7V = -4,7V$$

als $I_{C3} \rightarrow I_{D1} = I_{D2} = \frac{I_{C3}}{2} = 2 \text{ mA}$

$$U_{GS1,2} = U_{TH} + \sqrt{\frac{2I_D}{\beta}} = 2V + \sqrt{\frac{4 \text{ mA}}{25 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}}} = 2V + 0,4V = 2,4V \Rightarrow \varphi_3 = -U_{GS1,2} = -2,4V$$

von oben $\rightarrow \varphi_1 = \varphi_2 = U_{s1} - I_{D1} \cdot R_D = 6V - 2 \text{ mA} \cdot 0,75 \text{ k}\Omega = 4,5V$

② Stützgrößenverhältnis: $\varphi_{D1}, \varphi_{D2}, \varphi_{D3}$ \rightarrow Gleichstromübertragung

$$T_1, T_2: g_{m1,2} = \beta |U_{GS} - U_{TH}| = \sqrt{2 \cdot \beta \cdot I_D} = 10 \text{ mS}$$

\rightarrow ! $U_{TH} = 26 \text{ mV}$!

$$n_{DS1,2} = \frac{U_{V1}}{I_{D1}} = \frac{55V}{2 \text{ mA}} = 27,5 \text{ k}\Omega$$

$$A_{D1} = \frac{U_{D1}}{U_{i1}} = \frac{1}{2} g_{m1} \cdot r_{D1} = -3,65$$

$$A_{D2} = -A_{D1}$$

$$r_{D1} = r_{D2} = r_{D3} = R_D \parallel n_{DS1} = 0,73 \text{ k}\Omega$$

$$A_{GQ} \approx \frac{A_{DQ}}{2 \cdot I_{DQ}} = \frac{A_{DQ}}{I_{DQ}} = \frac{-0,751 \text{ V}}{2 \cdot 482 \mu\text{A}} = \underline{\underline{-7,78 \cdot 10^{-4}}}$$

da Stromquelle!

$$I_{DQ} = I_{CE3} \cdot (1 + g_{m0} \cdot R_3) \stackrel{\text{Prüfung 1. Teil}}{=} 20 \mu\text{A} \cdot 24 \mu\text{A} = \underline{\underline{482 \mu\text{A}}}$$

$$g_{m0} = \frac{I_{CS}}{U_T} = \frac{4 \text{ mA}}{26 \text{ mV}} = 0,154 \text{ S}$$

$$I_{CE3} = \frac{U_{CS}}{R_3} = \frac{8 \text{ V}}{4 \text{ mA}} = 20 \mu\text{A}$$

! Wichtig mehrere Transistoren \rightarrow Smeleze nicht vergessen z.B. $g_{m1,2} \neq g_{m1,2}$!

$$A_{CMR(a)} = \frac{A_{DQ}}{A_{GQ}} = \frac{-365}{-7,78 \cdot 10^{-4}} = \underline{\underline{4681 \hat{=} 73,7 \text{ dB}}}$$

$$[\text{nach Gleichung: } A_{CMR(a)} = g_{m1} I_{DQ} = 10 \text{ mA} \cdot 482 \mu\text{A} = 4820 (\hat{=} 73,7 \text{ dB})]$$

$$\text{Ausgangsweiderstand: } r_{z2} = R_3 \parallel r_{DS1} = r_{DS1} = \underline{\underline{0,751 \text{ k}\Omega}}$$

③ Größtsignalverhalten Differenzverstärkung

Vorgabe: $U_{D1} = 0 \text{ V}$; $U_{D2} = 11 \text{ V} - 1 \text{ V}$ da 1 MOS \rightarrow es fließt nicht mehr I_{D1} (T_1 Sättig; T_2 spend)
 \hookrightarrow bei PMOS sind andere Werte

a) Welcher Transistor leitet/spend?

$$\Rightarrow T_1 \text{ Sättig, } I_{D1} = 4 \text{ mA} \quad \Rightarrow T_2 \text{ spend, } I_{D2} = 0!$$

Wie groß ist φ_0 ? \rightarrow Seite 4-4? unter $\Delta \Rightarrow T_1$ bestimmt $\varphi_3 \Rightarrow \varphi_3 = U_{D1} - U_{GS1} = \underline{\underline{-2,75 \text{ V}}}$

$$U_{GS1} = 2 \text{ V} + \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \text{ mA} \cdot \text{V}^2}{2,5 \text{ mA}}} = \underline{\underline{2,75 \text{ V}}}$$

$$U_{D2} = \varphi_1 = U_{S1} - I_{D1} \cdot R_D = 6 \text{ V} - 4 \text{ mA} \cdot 0,75 \text{ k}\Omega = 3 \text{ V}$$

$$U_{D2} = \varphi_2 = 6 \text{ V}$$

$$\text{Differenzspannung: } U_{DS1} = \varphi_1 - \varphi_3 = 3 \text{ V} - (-2,75 \text{ V}) = 5,75 \text{ V}$$

$$T_1: U_{DSat1} = U_{GS} - U_{Th} = 2,75 \text{ V} - 2 \text{ V} = 0,75 \text{ V}$$

$$U_{DS1} > U_{DSat1} \Rightarrow T_1 \text{ ist im } \underline{\underline{\text{aktiven Bereich!}}}$$

