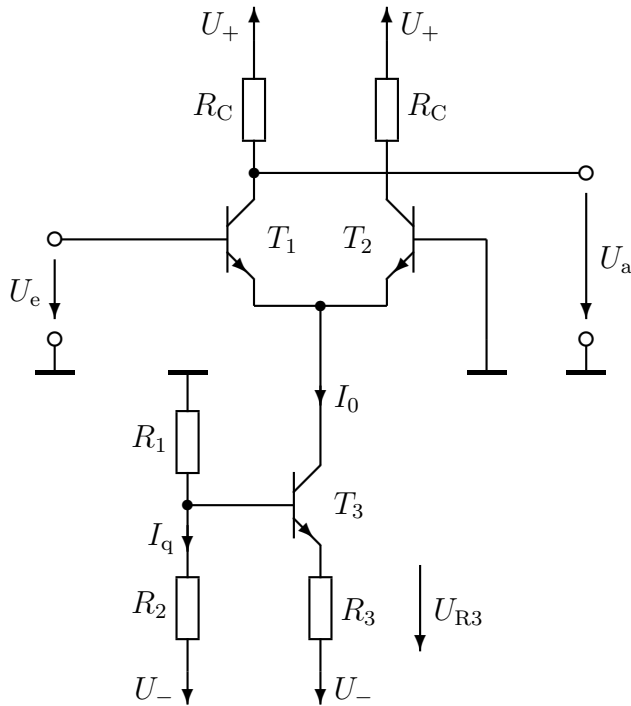


### BEISPIEL 3.3: Vernachlässigung des Basisstroms der Stromquelle

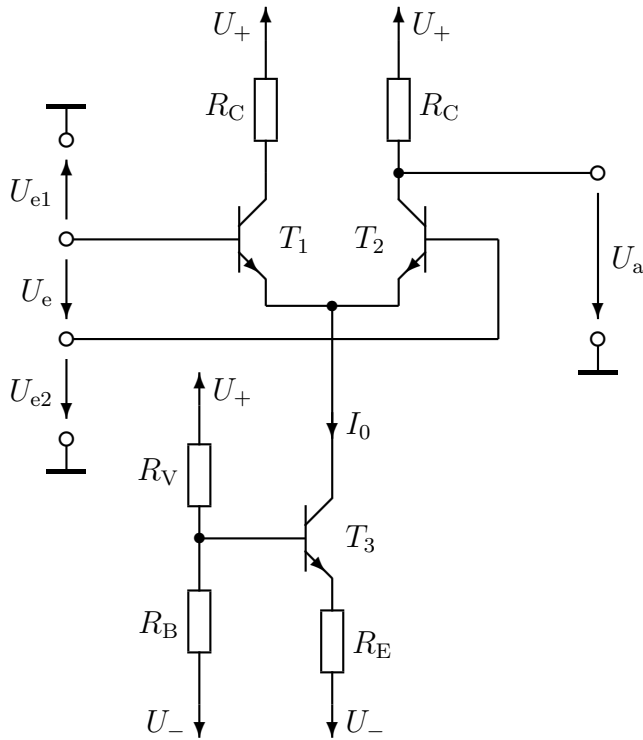


Versorgungsspannung:	$U_+ = 5 \text{ V}$
	$U_- = -5 \text{ V}$
Flussspannung:	$U_f = 0,6 \text{ V}$
Temperaturspannung:	$U_T = 25 \text{ mV}$
Stromverstärkung:	$B = 100$
Eingangs-Ruhe-spannung:	$U_{e0} = 0 \text{ V}$
Ausgangs-Ruhe-spannung:	$U_{a0} = 3 \text{ V}$
Stromquellenstrom:	$I_0 = 6 \text{ mA}$
Spannung an $R_3$ :	$U_{R3,0} = 0,5 \text{ V}$
Querstrom:	$I_{q0} = 0,3 \text{ mA}$

Hier wird in (a) ein Fehler bei der Dimensionierung des Differenzverstärkers gemacht, der in (b) untersucht wird.

- (a) Dimensionieren Sie die Widerstände der Schaltung so, dass sich die angegebenen Ruhe-spannungen und -ströme einstellen. Vernachlässigen Sie dabei den Basisstrom von Transistor  $T_3$  gegenüber dem Querstrom  $I_q$ .
- (b) Durch die Vernachlässigung des Basisstroms in der Dimensionierung nach (a) entsteht ein Fehler. Berechnen Sie mit den in (a) bestimmten Widerständen unter Berücksichtigung der Basisströme die Ausgangs-Ruhe-spannung  $U_{a0}$ .

### BEISPIEL 3.4: Aussteuergrenzen des Differenzverstärkers



Versorgungsspannung:	$U_+ = 5 \text{ V}$
	$U_- = -5 \text{ V}$
Flussspannung:	$U_f = 0,6 \text{ V}$
Temperaturspannung:	$U_T = 25 \text{ mV}$
Stromverstärkung:	$B = 100$
Restspannung:	$U_{CEsat} = 0,1 \text{ V}$
Eingangs-Ruhespannung:	$U_{e0} = 0 \text{ V}$
	$U_{e2,0} = 0 \text{ V}$
Ausgangs-Ruhespannung:	$U_{a0} = 3 \text{ V}$
Stromquellenstrom:	$I_0 = 6 \text{ mA}$
Spannung an $R_B$ :	$U_{B0} = 2 \text{ V}$
Querstrom:	$I_{q0} = I_0$
(wie Beispiel 3.1)	

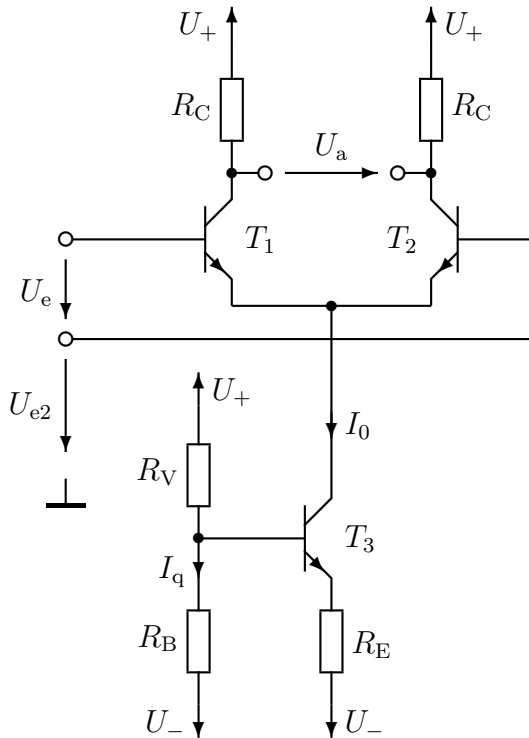
Der Differenzverstärker wird mit einem Sinussignal  $u_e(t) = \hat{u}_e \sin \omega t$  angesteuert. Am Ausgang soll ein verstärktes, möglichst unverzerrtes Signal  $u_a(t) = \hat{u}_a \sin \omega t$  erscheinen.

- (a) Berechnen Sie die maximalen Amplituden  $(\hat{u}_e)_{\max}$  und  $(\hat{u}_a)_{\max}$ , sodass es zu keinen groben Verzerrungen des Ausgangssignals kommt, wenn die Gleichtakt-Eingangsspannung  $U_{gl} \approx U_{e2} = 0$  ist.

*Hinweis:* Die Verschiebung des Emitterpotenzials von  $T_1, T_2$  durch die Eingangsspannung  $u_e$  kann vernachlässigt werden.

- (b) Berechnen Sie die Grenzen der Gleichtakt-Eingangsspannung  $(U_{e2})_{\min}$  und  $(U_{e2})_{\max}$ , sodass im Arbeitspunkt ( $U_{e0} = 0$ ) alle Transistoren im aktiven Bereich arbeiten.

### BEISPIEL 3.5: Differenzverstärker mit symmetrischem Ausgang



- Versorgungsspannung:  $U_+ = 10 \text{ V}$   
 $U_- = -10 \text{ V}$
- Flussspannung:  $U_f = 0,6 \text{ V}$   
 Temperaturspannung:  $U_T = 25 \text{ mV}$   
 Stromverstärkung:  $B = 100$   
 Temperaturkoeffizient  $\frac{dU_f}{dT} = -1,8 \text{ mV/K}$
- Eingangs-Ruhe­spannung:  $U_{e0} = 0 \text{ V}$   
 $U_{e2,0} = 0 \text{ V}$
- Widerstände:  $R_V = 1 \text{ k}\Omega$   
 $R_B = 150 \Omega$   
 $R_E = 100 \Omega$   
 $R_C = 820 \Omega$
- Widerstände und Versorgungsspannung können temperaturunabhängig angenommen werden.  
 Der Basisstrom  $I_{B3}$  kann vernachlässigt werden, wenn  $I_q > 10 \cdot I_{B3}$ .

Ein symmetrischer Ausgang hat einige Vorteile, wie Sie sehen werden, wenn Sie die Ergebnisse dieser Aufgaben mit jenen aus den Beispielen 3.1 und 3.2 vergleichen.

*Hinweis:* Zur Lösung der meisten Fragen ist es hilfreich, die Kollektorpotenziale von  $T_1$  und  $T_2$  mit  $U_{a1}$  und  $U_{a2}$  zu bezeichnen und die Ausgangsspannung aus  $U_a = U_{a1} - U_{a2}$  zu berechnen.

- Berechnen Sie den Stromquellenstrom  $I_0$  und die Ausgangs-Ruhe­spannung  $U_{a0}$  der Schaltung.
- Berechnen Sie die Kleinsignal-Spannungsverstärkung  $v_u = u_a/u_e$ .
- Berechnen Sie den Eingangswiderstand  $r_e$ .
- Berechnen Sie den Ausgangswiderstand  $r_a$  unter Vernachlässigung des Early-Leitwerts.
- Bestimmen Sie die Temperaturabhängigkeit der Kleinsignal-Spannungsverstärkung  $dv_u/dT$  bei  $T = 290 \text{ K}$ .
- Berechnen Sie die Gleichtaktverstärkung  $v_{gl} = u_a/u_{e2}$  für  $u_e = 0$ .