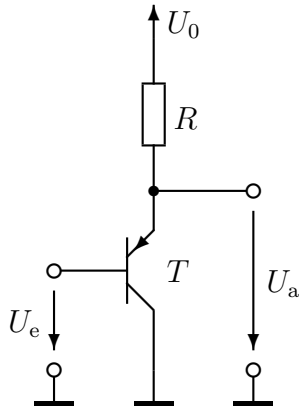


## BEISPIEL 4.1: Eine Grundsaltung mit pnp-Transistor

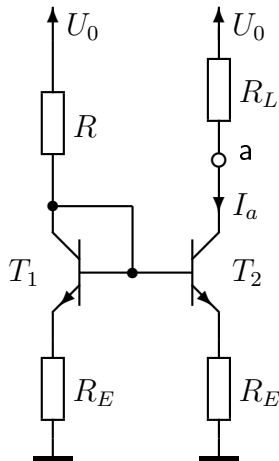


Versorgungsspannung:	$U_0 = 5 \text{ V}$
Generator-Innenwiderstand:	$R_G = 0 \text{ } \Omega$
Flussspannung:	$U_f = 0,6 \text{ V}$
Temperaturspannung:	$U_T = 25 \text{ mV}$
Stromverstärkung:	$B = 100$
Ausgangs-Ruhe-spannung:	$U_{a0} = 2,5 \text{ V}$
Widerstandswert:	$R = 1 \text{ k}\Omega$

Handelt es sich um eine Emitterschaltung oder einen Emitterfolger?

- Berechnen Sie die Eingangs-Ruhe-spannung  $U_{e0}$ .
- Bestimmen Sie die Kleinsignal-Spannungsverstärkung  $v_u = u_a/u_e$ .
- Berechnen Sie den Eingangswiderstand  $r_e$ .
- Berechnen Sie den Ausgangswiderstand  $r_a$ .

## BEISPIEL 4.2: Stromspiegel

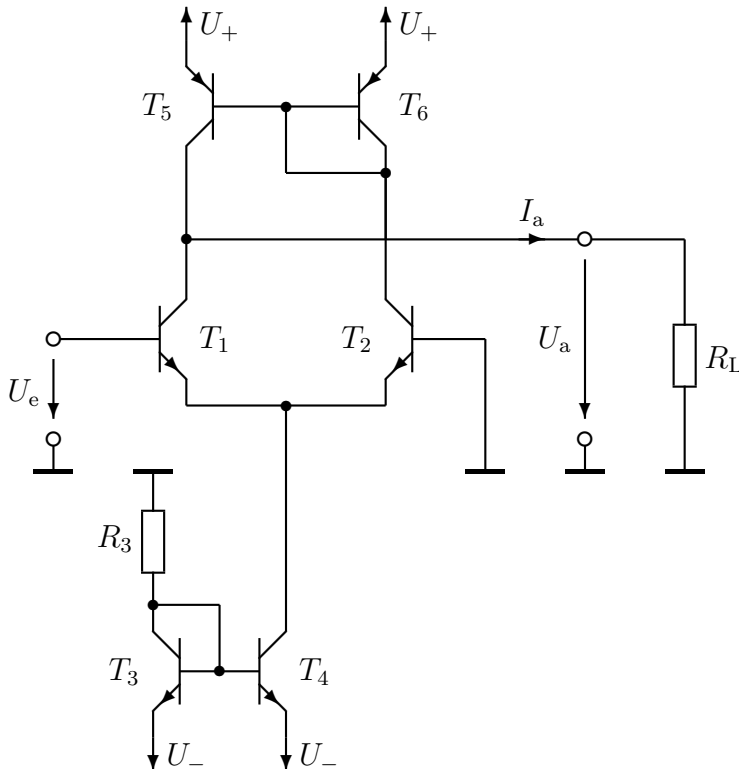


Versorgungsspannung:	$U_0 = 5 \text{ V}$
Flussspannung:	$U_f = 0,6 \text{ V}$
	$\frac{dU_f}{dT} = -1,8 \text{ mV/K}$
Temperaturspannung:	$U_T = 25 \text{ mV}$
Stromverstärkung:	$B = 100$
Early-Spannung:	$U_Y = 100 \text{ V}$
Widerstandswerte:	$R = 1 \text{ k}\Omega$
	$R_L = 500 \text{ }\Omega$
	$R_E = 120 \text{ }\Omega$

Der Stromspiegel stellt eine Alternative zu der bisher verwendeten Stromquelle aus einem Transistor dar.

- Berechnen Sie unter Vernachlässigung des Early-Leitwerts den Stromquellenstrom  $I_a$ .
- Berechnen Sie den Temperaturkoeffizienten  $TK_{I_a} = \frac{1}{I_a} \frac{dI_a}{dT}$  des Stromquellenstroms.
- Wie groß ist der Ausgangswiderstand  $r_a$  der Stromquelle?
- Zeichnen Sie die analoge Schaltung des Stromspiegels mit pnp-Transistoren.

### BEISPIEL 4.3: Differenzverstärker mit Stromspiegel als Last

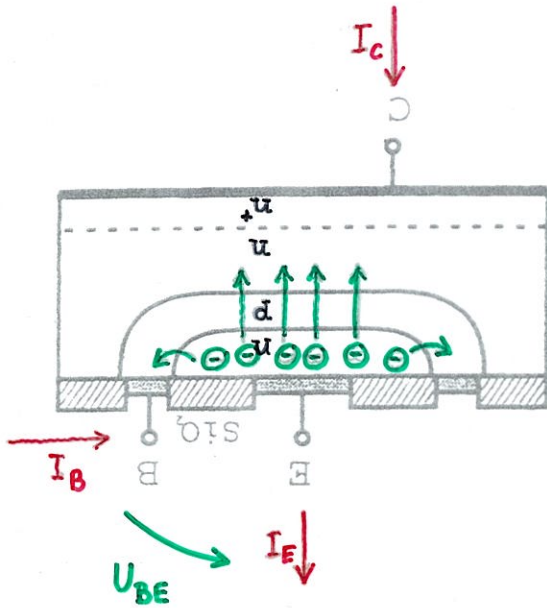


Versorgungsspannung:	$U_+ = 15 \text{ V}$ $U_- = -15 \text{ V}$
Flussspannung:	$U_f = 0,6 \text{ V}$
Temperaturspannung:	$U_T = 25 \text{ mV}$
Stromverstärkung:	$B = 100$
Early-Spannung:	$U_Y = 100 \text{ V}$
Restspannung:	$U_{CEsat} =$ $U_{ECsat} = 0,1 \text{ V}$
Widerstandswerte:	$R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ $R_L = 1 \text{ k}\Omega$

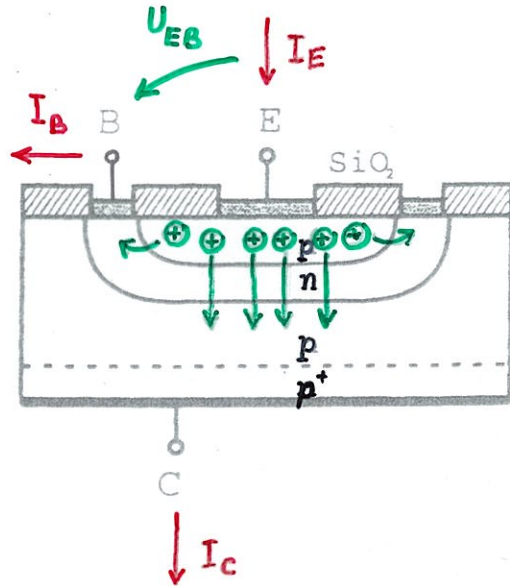
Mit Hilfe eines Stromspiegels als Last lässt sich ein Transkonduktanzverstärker realisieren, d.h. eine spannungsgesteuerte Stromquelle  $I_a(U_e)$ . In dieser Schaltung wird der Ausgangsstrom über den Lastwiderstand wieder in eine Spannung umgewandelt.

- Berechnen Sie die Übertragungsteilheit  $g_{md} = i_a/u_e$  des Differenzverstärkers unter Vernachlässigung der Early-Leitwerte der Transistoren.
- Berechnen Sie die Kleinsignal-Spannungsverstärkung  $v_u = u_a/u_e$ .
- Wie groß darf die Amplitude  $\hat{u}_a$  eines sinusförmigen Ausgangssignals  $u_a(t) = \hat{u}_a \cdot \sin \omega t$  maximal sein, dass alle Transistoren im aktiven Bereich arbeiten?

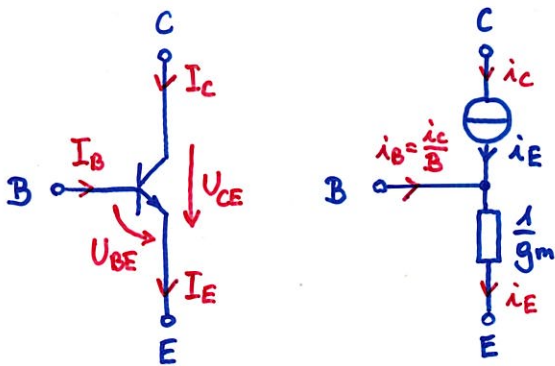
## nnp-TRANSISTOR



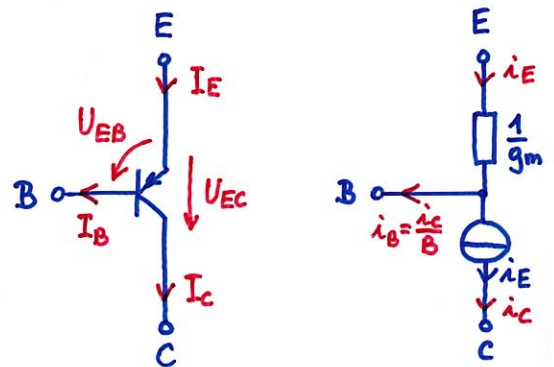
## pnp-TRANSISTOR



## nnp-TRANSISTOR



## pnp-TRANSISTOR



Stromquellenbereich:

$$U_{CE} > U_{CEsat} \quad (\approx 0,2V)$$

$$I_C > 0$$

$$U_{BE} \approx U_f \quad (\approx 0,6V)$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

$$I_C = I_S \cdot \exp\left(\frac{U_{BE}}{U_T}\right)$$

$$g_m = \frac{I_{C0}}{U_T}$$

Stromquellenbereich:

$$U_{EC} > U_{ECsat} \quad (\approx 0,2V)$$

$$I_C > 0$$

$$U_{EB} \approx U_f \quad (\approx 0,6V)$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

$$I_C = I_S \cdot \exp\left(\frac{U_{EB}}{U_T}\right)$$

$$g_m = \frac{I_{C0}}{U_T}$$

**REGEL:** npn  $\rightarrow$  pnp : Alle Bezugsrichtungen für Ströme und Spannungen umdrehen  $\Rightarrow$  Beziehungen bleiben gleich